

# RAPPORT

Elia

**Belgian Offshore Grid**

Veiligheidsstudie

17 augustus 13 - versie 1.0


---


## Colofon

---

International Marine & Dredging Consultants

Adres: Coveliersstraat 15, 2600 Antwerp, Belgium

: + 32 3 270 92 95

: + 32 3 235 67 11

Email: [info@imdc.be](mailto:info@imdc.be)

Website: [www.imdc.be](http://www.imdc.be)

---

**Document Identificatie**

---

Titel	Veiligheidsstudie
Project	Belgian Offshore Grid
Opdrachtgever	Elia
Besteknummer	4074323
Documentref	I/RA/11413/13.189/MSM
Documentnaam	K:\PROJECTS\11\11413 - Belgian Offshore Grid - Marine Consulting\10-Rap\DO-1 Marine Consulting\RA12266_MER BOG\Externe studie\RA13189_MARIN_BOG_v1.0.docx bijlagen\MARIN

---

**Revisies / Goedkeuring**

---

Versie	Datum	Omschrijving	Auteur	Nazicht	Goedgekeurd
1.0	17/08/13	Finaal rapport	CPA	MSM	MSA
					

---

**Verdeellijst**

---

34	Analoog	Jeroen Mentens (ELIA)
1	Digitaal	Jeroen Mentens (ELIA)

---

**Contactpersoon IMDC**

---

Contactpersoon	Michiel Smits
Telefoonnummer	0473 73 40 25
E-mail	michiel.smits@imdc.be



---

## Inhoudstafel

---

1. INLEIDING.....	1
2. REFERENTIE .....	2

---

## Bijlagen

---

BIJLAGE A	VEILIGHEIDSSSTUDIE BELGIAN OFFSHORE GRID .....	3
-----------	--	---





## 1. INLEIDING

In overleg met de bevoegde overheid (BMM) werd beslist om de effecten van de veranderende verkeerstromen op de veiligheid van de scheepvaart door de bouw van het artificieel eiland te onderzoeken. Hierbij werd gebruik gemaakt van de meest recente navigatiedata (AIS data 2012).

In deze studie wordt zowel de situatie gesimuleerd waarin alle 7 windmolenparken (Norther – C-Power – Rentel – Northwind – SeaStar – Belwind – Mermaid) reeds gerealiseerd zijn, als de situatie waarin de nog niet vergunde parken (SeaStar en Mermaid) nog vrij toegankelijk zijn voor de scheepvaart. Het is immers niet zeker of deze parken in hun huidige voorziene vorm zullen worden vergund en gerealiseerd, en zo ja, of deze gerealiseerd zullen worden voordat het eiland is aangelegd. Bovendien worden 2 eilandlocaties in rekening gebracht: de effectieve locatie (Alpha 1) op de Lodewijkbank, maar voor de veiligheidsstudie wordt ook de alternatieve locatie (Alpha 2) op de Blighbank bestudeerd. Volgende scenario's werden onderzocht:

- Alpha 1 eiland (op Lodewijkbank) met alle windmolenparken gerealiseerd (Sc1A1)
- Alpha 1 eiland (op Lodewijkbank) met alle windmolenparken gerealiseerd, behalve Mermaid en Seastar (Sc2A1)
- Alpha 2 eiland (op Blighbank) met alle windmolenparken gerealiseerd (Sc1A2)
- Alpha 2 eiland (op Blighbank) met alle windmolenparken gerealiseerd, behalve Mermaid en Seastar (Sc2A2)
- Een basisscenario, waarbij er een OHVS op platform is binnen een concessie (bv. Rentel) in plaats van een OHVS op een eiland buiten een concessiegebied. Net als het Alpha 2 eiland is dit geen scenario dat in de vergunningsaanvraag zal staan. Dit scenario laat wel toe het bijkomend risico van het eiland te vergelijken met een situatie zonder eiland.

Dit rapport omvat:

- Bijkomend effect van eiland op scheepvaart
- Bijkomende risico's door eiland op scheepvaart
- Het effect van de scheepvaart op het eiland met OHVS
- Extra afstand die schepen moeten varen door de aanwezigheid van het eiland
- Een berekening van de extra uitstoot in CO<sub>2</sub> equivalenten
- Impact op de 3 scheepvaartroutes/verkeersstromen die het totale windmolenconcessiegebied omlijnen (Ferryverkeersstroom / Westpitroute / Traffic Separation Zone).
- Kans op toenemend aantal schip-schip aanvaringen door dichter verkeer
- Aanbevelingen om veiligheid te verhogen. Update van de eventuele beheermaatregelen (o.a. relaisstation in Belwind concessiezone)

Het volledige rapport wordt weergegeven in Bijlage A.

## 2. REFERENTIE

MARIN-IMDC (2013). Veiligheidsstudie Belgian Offshore Grid Elia. Studie in opdracht van Elia en in samenwerking met IMDC.



## **Bijlage A      Veiligheidsstudie Belgian Offshore Grid**



The background of the top section is a photograph of a turbulent ocean with white-capped waves under a blue sky. A series of small vertical white lines are visible along the horizon line.

## Challenging wind and waves

Linking hydrodynamic research to the maritime industry

### VEILIGHEIDSSSTUDIE BELGIAN OFFSHORE GRID ELIA

#### Eindrapport

Rapport Nr. : 27150-1-MSCN-rev.2

Datum : 16 augustus 2013

Paraaf Management:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "H. J. J. J. J.", enclosed within a circular blue ink stamp.

## VEILIGHEIDSTUDIE BELGIAN OFFSHORE GRID ELIA

Opdrachtgever : IMDC nv  
Coveliersstraat 15  
B-2600 Berchem  
België

Revisienr.	Status	Datum	Auteur	Voor gezien
0	Concept	6 juli 2013	W.H. van Iperen	
0.1	Concept (naamgeving BOG aangepast)	9 juli 2013	W.H. van Iperen	Y. Koldenhof
1	Concept	1 augustus 2013	W.H. van Iperen	Y. Koldenhof
2	Eind	16 augustus 2013	W.H. van Iperen	Y. Koldenhof

## INHOUD

Pag.

OVERZICHT VAN TABELLEN EN FIGUREN .....	3
Tabellen.....	3
Figuren .....	3
1    INLEIDING.....	5
1.1    Achtergrond .....	5
1.2    Doelstelling .....	5
1.3    Leeswijzer .....	5
2    WERKWIJZE .....	6
2.1    SAMSON.....	6
2.2    Effect van een artificieel eiland .....	8
2.3    Modelinvoer en uitgangspunten.....	9
2.3.1    Verkeer .....	9
2.3.2    Gebruikte modellen .....	15
2.4    Effecten voor de scheepvaart .....	15
3    SITUATIEBESCHRIJVING EN AANNAMEN .....	17
3.1    Lay-out van BOG-eiland .....	17
3.2    Verkeersscenario's .....	18
4    AANVARINGSRISICO'S VOOR BOG-EILAND .....	22
4.1    Aanvaringsfrequenties .....	22
4.2    Milieuvervuiling door aanvaringen met BOG-eiland .....	24
5    VERKEERSEFFECTEN DOOR ROUTEWIJZIGINGEN .....	28
5.1    Effecten en overige risico's voor de scheepvaart .....	28
5.1.1    Aantal aanwezige schepen .....	28
5.1.2    Veiligheid .....	28
5.1.3    Economisch effect .....	29
5.1.4    Emissies .....	29
6    CONCLUSIES .....	33
REFERENTIES .....	35
APPENDIX:    DESCRIPTION OF THE SHIP-OBJECT CONTACT MODEL OF SAMSON	

## OVERZICHT VAN TABELLEN EN FIGUREN

### Tabellen

Tabel 2-1	Scheepsgrootteklassen in SAMSON.....	11
Tabel 2-2	Hoofdscheepstypen in SAMSON en onderverdeling in routegebonden (R) en niet-routegebonden (N) .....	12
Tabel 3-1	Overzicht van scenario's .....	19
Tabel 4-1	Aanvaringskansen per locatie en scenario .....	22
Tabel 4-2	Aanvaringskansen voor BOG-eiland op locatie Alpha 1 per scheepstype.....	23
Tabel 4-3	Aanvaringskansen voor BOG-eiland op locatie Alpha 2 per scheepstype.....	23
Tabel 4-4	Uitstroomkans en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie.....	24
Tabel 4-5	Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 1 in scenario 1.....	24
Tabel 4-6	Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 1 in scenario 1.....	25
Tabel 4-7	Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 1 in scenario 2.....	25
Tabel 4-8	Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 1 in scenario 2.....	25
Tabel 4-9	Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 2 in scenario 1.....	26
Tabel 4-10	Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 2 in scenario 1.....	26
Tabel 4-11	Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 2 in scenario 2.....	26
Tabel 4-12	Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 2 in scenario 2.....	27
Tabel 4-13	Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van het BOG-eiland .....	27
Tabel 5-1	Verkeerseffecten Scenario 1 Alpha 2.....	30
Tabel 5-2	Verkeerseffecten voor Scenario 2 Alpha 1.....	31
Tabel 5-3	Verkeerseffecten voor Scenario 2 Alpha 2.....	32

### Figuren

Figuur 2-1	Systeemdiagram SAMSON.....	7
Figuur 2-2	Weergave van routes langs de windparken in januari 2012 .....	13
Figuur 2-3	Verkeer van en naar Zeebrugge tussen de windparken Belwind en C-Power door, gekleurd per route.....	14
Figuur 2-4	Verkeer van en naar Zeebrugge tussen de windparken Belwind en C-Power door, gekleurd per scheepstype.....	14
Figuur 3-1	Referentieontwerp .....	17
Figuur 3-2	Verkeersbeeld in de huidige situatie, bij aanwezigheid van windparken Belwind en C-Power .....	18
Figuur 3-3	Verkeerssituatie in het basis scenario waarin alle windparken gerealiseerd zijn, maar het verkeer geen rekening hoeft te houden met een BOG-eiland .....	19
Figuur 3-4	Verkeerssituatie in scenario 1 met BOG-eiland op locatie Alpha 2 en alle windparken gerealiseerd. De verkeerslink is verschoven to op 1 mijl van het eiland. ....	20

Figuur 3-5	Verkeerssituatie in scenario 2 met BOG-eiland op locatie Alpha 1 en windparken Mermaid en SeaStar (nog) niet gerealiseerd .....	21
Figuur 3-6	Verkeerssituatie in scenario 2 met BOG-eiland op locatie Alpha 2 en windparken Mermaid en SeaStar (nog) niet gerealiseerd .....	21



## **1 INLEIDING**

### **1.1 Achtergrond**

In het kader van de aanleg van het Belgian Offshore Grid (BOG) nabij de offshore windparken in het Belgisch Deel van de Noordzee, dient een veiligheidsstudie uitgevoerd te worden naar de effecten van de aanwezigheid van een artificieel eiland op de veiligheid van het scheepvaartverkeer.

In overleg met BMM is Elia overeen gekomen om zowel de situatie te simuleren waarin alle windmolenparken (Norther-C-Power-Rentel-Northwind-SeaStar-Belwind-Mermaid) reeds gerealiseerd zijn, als de situatie waarin de nog niet vergunde parken (SeaStar en Mermaid) nog vrij toegankelijk zijn voor de scheepvaart. Het is immers niet zeker of deze parken in hun huidige voorziene vorm zullen worden vergund en gerealiseerd, en zo ja, of deze gerealiseerd zullen worden voordat het eiland is aangelegd. Wanneer het eiland eerder is geconstrueerd dan de windparken, resulteert dit in tijdelijk nog afwijkende verkeersstromen rond het eiland dan na de aanleg van de windparken.

De resultaten van deze studie zullen verwerkt worden in het MER Belgian Offshore Grid, dat door IMDC zal worden opgesteld.

### **1.2 Doelstelling**

In deze studie worden de effecten van de aanwezigheid van het BOG-eiland op de scheepvaart voor twee verschillende locaties gekwantificeerd en vergeleken met de basissituatie waarin alle windparken aanwezig zijn, maar het eiland niet. Specifiek worden de aanvaringskansen van het eiland en de kans op uitstroom van olie en chemicaliën berekend voor de verschillende scenario's. Verder worden de overige verkeerseffecten wat betreft veiligheid, economische effecten en emissies, berekend.

### **1.3 Leeswijzer**

In Hoofdstuk 2 wordt de werkwijze besproken. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van het BOG-eiland en de verkeerssituatie en scenario's. Hoofdstuk 4 bevat de resultaten voor de aanvaringsfrequenties en uitstroom van olie en chemicaliën voor het BOG-eiland en de alternatieve locatie. In Hoofdstuk 5 worden de effecten gegeven en beschreven die de verschuivingen van de routes met zich mee brengen. Hoofdstuk 6 vat de conclusies samen.

## 2 WERKWIJZE

In paragrafen 2.1 wordt een korte toelichting gegeven op het gebruikte SAMSON-model. De effecten van de aanwezigheid van een object op zee wordt beschreven in 2.2. In paragraaf 2.3 worden de relevante model uitgangspunten en invoergegevens kort besproken. Tenslotte worden in 2.4 de algemene effecten voor de scheepvaart besproken.

### 2.1 SAMSON

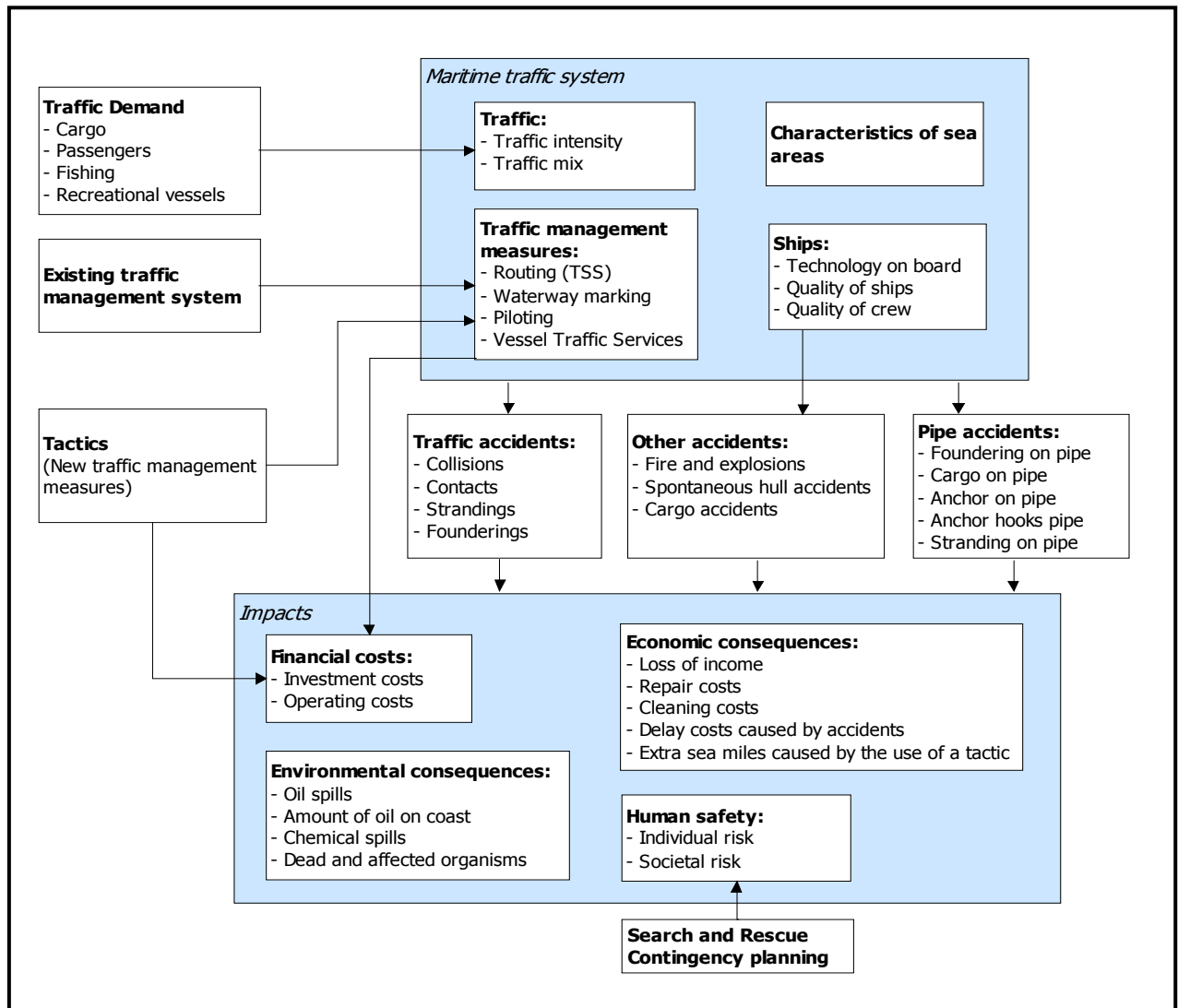
Het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) is ontwikkeld voor het voorspellen van effecten van ruimtelijke ontwikkelingen in de Noordzee, van ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en van maatregelen ten aanzien van de scheepvaart. De effecten die met het model bepaald kunnen worden bestaan uit:

- Aantal ongevallen per jaar, onderverdeeld naar aard van de ongevallen en betrokken schepen en objecten.
- Omgevaren afstand en gerelateerde kosten
- Emissie van milieugevaarlijke stoffen
- Consequenties van ongevallen, zoals het uitstromen van lading- of bunkerolie of persoonlijk letsel.

Het model is ontwikkeld voor Directoraat-Generaal Goederenvervoer (nu Directoraat-Generaal Transport en Luchtvaart) en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. Een algemene beschrijving van het model kan worden gevonden in [1]. In de executive summary van POLSSS, Policy for Sea Shipping Safety [2], wordt beschreven op welke wijze SAMSON gebruikt is om de kosten en gevolgen van een groot aantal beleidsmaatregelen te voorspellen.

In Figuur 2-1 wordt het systeemdiagram weergegeven van het SAMSON-model, vrijwel alle blokken in dit diagram zijn beschikbaar binnen het model. Het grote blok "Maritime traffic system" (rechts boven) bevat vier sub-blokken. Deze vier sub-blokken beschrijven het verkeersbeeld; het aantal scheepsbewegingen, de scheepskenmerken (lengte enz.) en de lay-out van het zeegebied. De ongevalsmodellen voor een aanvaring, stranding, brand/explosie etc. worden gebruikt om de ongevalsfrequentie te voorspellen gebaseerd op het verkeersbeeld. Het grote blok "Impacts" bevat de sub-blokken waarmee de consequenties bepaald worden van de ongevallen.

Voor een meer uitgebreide beschrijving van het model, wordt verwezen naar de bijlage bij dit rapport.



Figuur 2-1      Systeemdiagram SAMSON

## 2.2 Effect van een artificieel eiland

De aanleg van het artificieel BOG-eiland nabij de windparken heeft gevolgen voor de scheepvaart. Een schip dat nu een route volgt door of vlak langs de locatie van het toekomstige eiland, zal in de toekomst zijn route moeten verleggen en het eiland op minimaal 500 meter afstand passeren. Dit betekent dat dit schip **hinder** ondervindt van het eiland. Er zijn echter meer gevolgen. Doordat het schip een andere route neemt krijgen de scheepvaartroutes in de omgeving van het eiland en de windparken een hogere (misschien fractioneel) intensiteit. Als gevolg van de hogere intensiteiten op deze routes is het de verwachting dat het aantal ontmoetingen en dus ook het aantal ongevallen toeneemt.

Er treden echter ook nieuwe typen ongevallen op, namelijk **aanvaringen** en **aandrijvingen** met het artificiële eiland. In SAMSON worden dit soort ongevallen aangeduid met respectievelijk **rammings** en **drifting contacts**;

- Een **ramming** (aanvaring) is het gevolg van een navigatiefout, wanneer de navigator van een schip, dat op ramkoers ligt met een object, niet of te laat reageert. Een navigatiefout kan verschillende oorzaken hebben, zoals; onwetendheid, het niet zien van het object, het niet aanwezig zijn op de brug, onwel worden en niet kunnen reageren etc. De snelheid bij de aanvaring is hoog.
- Een **drifting** (aandrijving) treedt op wanneer een schip door een machinestoring niet meer manoeuvreerbaar is. In eerste instantie zal men proberen voor anker te gaan, maar indien dit niet mogelijk is, is het schip overgeleverd aan wind, golven en stroom. Een driftend schip kan vervolgens tegen een object komen zonder dat men dit aan boord kan voorkomen. De aanvaring is dwarsscheeps en de snelheid gering.

Deze ongevallen komen voort uit het scheepvaartverkeer rondom het eiland en **behoeven niet noodzakelijkerwijs** tot de groep schepen beperkt te blijven die door het gebied van het eiland voeren toen dat er nog niet was.

Om de effecten van het artificiële eiland (samen met de windparken) op de scheepvaart te kunnen berekenen moet de nieuwe afwikkeling van het scheepvaartverkeer voor de situatie met het eiland en de windparken in SAMSON gemodelleerd worden. De scheepvaart moet het eiland op minimaal 500 m passeren. Door de afmetingen van het eiland wordt de verkeersafwikkeling minder sterk beïnvloed dan door de aanwezigheid van bijvoorbeeld een windpark. Toch is het noodzakelijk voor iedere locatie van het eiland in combinatie met de geplande windparken een nieuwe verkeersdatabase aan te maken, waarin het veranderde vaarpatroon is ingebracht. Vervolgens kunnen de ongevalsmodellen van SAMSON toegepast worden voor het doorrekenen van de effecten van het eiland (in combinatie met windparkscenario's) voor de scheepvaart. Op basis van de nieuwe verkeersdatabase wordt een complete **risicoanalyse** uitgevoerd. Dit houdt in dat het **veranderde** risico voor de scheepvaart wordt bepaald ten gevolge van de veranderingen in de verkeersafwikkeling rond het eiland. Daarboven wordt het door het eiland geïntroduceerde nieuwe risico, namelijk de kans op een aanvaring met het eiland bepaald.

## 2.3 Modelinvoer en uitgangspunten

De volgende uitgangspunten worden voor de berekeningen gehanteerd.

### 2.3.1 Verkeer

Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van een verkeersdatabase. Een verkeersdatabase bevat links, linkintensiteiten en linkkarakteristieken. Een link is de rechte verbinding tussen twee punten. De linkintensiteit beschrijft het aantal schepen dat per jaar over die link vaart, onderverdeeld naar scheepstype en scheepsgrootte. De linkkarakteristiek beschrijft hoe breed de link is en de laterale verdeling hoe het verkeer over die link verdeeld is. Het verkeer op zee wordt onderverdeeld in twee groepen, namelijk het "routegebonden" en het "niet-routegebonden" verkeer. Het routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de koopvaardischepen, die op weg zijn van haven A naar haven B. Het niet-routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de schepen die een missie ergens op zee hebben, zoals visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart. In SAMSON zijn deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

Het **routegebonden** verkeer is gemodelleerd op scheepvaartroutes over de Noordzee. Vanwege de ligging van de havens en de verkeersscheidingsstelsels beweegt het grootste deel van deze schepen zich over een netwerk van links (met een bepaalde breedte), vergelijkbaar met het wegennetwerk op het land. In de praktijk kunnen er schepen buiten deze links varen aangezien men overal mag varen, zolang men de regels in acht neemt. Dit aandeel is echter zeer klein aangezien de links met elkaar alle kortste verbindingen tussen havens omvatten.

Voor het bepalen van het netwerk van links op de Belgische Noordzee, en de bijbehorende intensiteiten, is gebruik gemaakt van de AIS-data van het hele jaar 2012 verzameld door de Nederlandse Kustwacht. AIS (Automatic Identification System) is een systeem dat automatisch een aantal malen per minuut (afhankelijk van de snelheid) een bericht uitzendt waarin de positie, snelheid en vaarrichting zijn opgenomen en enkele belangrijke gegevens voor de scheepsidentificatie. Dit vergemakkelijkt het contact opnemen met elkaar in geval van een potentieel gevaarlijke situatie, zoals een dreigende aanvaring tussen twee schepen. Door AIS is de kans op een aanvaring tijdens een ontmoeting afgenomen. AIS heeft een bijkomend voordeel dat de scheepvaart ook vanaf de wal steeds beter gevolgd kan worden. De AIS-berichten van de schepen worden opgevangen door ontvangststations langs de kust en op offshore platforms die de informatie doorzenden naar het Kustwachtcentrum in Den Helder. Hier worden de AIS targets op een grote wand geprojecteerd. Men heeft nu in het Kustwachtcentrum een goed beeld van wat er op het Nederlandse deel van de Noordzee vaart en dit helpt bij het uitvoeren van operationele taken.

MARIN krijgt maandelijks een tape van de Kustwacht met alle AIS-data en mag deze AIS-data gebruiken voor het uitvoeren van veiligheidsstudies betreffende de scheepvaart, zoals deze.

Bij het bepalen van de verkeersdatabase is rekening gehouden met het nieuwe verkeersscheidingsstelsel op het Nederlandse deel van de Noordzee dat vanaf 1 augustus 2013 zal gelden.

Voor de locatie wordt een aangepaste verkeersdatabase gegenereerd, waarbij ervoor wordt gezorgd dat het **routegebonden** verkeer niet door de locatie van het eiland en de windparken vaart. De aanvaar-/aandrijf kansen voor de turbines worden alleen

bepaald voor de aangepaste verkeersdatabase, de database waarbij de locaties voor het eiland en de windparken zijn vrijgemaakt.

Vanwege het in aanbouw zijn van meerdere windparken, is er wat betreft aanwezige windparken een verschil tussen de situatie gedurende 2012 waarvoor het verkeer is geanalyseerd, en de situatie die voor deze studie als uitgangssituatie wordt genomen. In 2012 waren windparken C-Power en Belwind reeds aanwezig, maar in de basis situatie worden ook alle in voorbereiding zijnde windparken aanwezig verondersteld, te weten Mermaid, SeaStar, Northwind, Rentel en Norther. In een tweede scenario wordt daarnaast de situatie bekeken waarin windparken Mermaid en SeaStar (nog) niet aanwezig zijn. In 3.2 worden deze scenario's nader beschreven.

Het **niet-routegebonden** verkeer (visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart) kan niet op de voorgaande wijze worden gemodelleerd. Het gedrag van dit verkeer op zee is duidelijk anders. Men vaart niet van haven A naar haven B langs duidelijke routes, maar van haven A naar een of meerdere bestemmingen op zee en vervolgens meestal weer terug naar de vertrekhaven A. Het gedrag op zee is meestal onvoorspelbaar. Vissers varen bovendien nog vaak heen en weer in een visgebied. Dit is de reden waarom dit verkeer door middel van dichtheden in 8 bij 8 km gridcellen is gemodelleerd in SAMSON.

De gemiddelde dichtheid van sportvissers, supply schepen en werkschepen komt uit het VerkeersOnderzoek NOordzee Visuele Identificatie (VONNOVI) van 1999 - 2001. VONNOVI is gebruikt voor de validatie van de scheepvaartroutes van het *routegebonden verkeer* en voor het bepalen van de benodigde dichtheden van het *niet-routegebonden* verkeer. Tijdens een VONNOVI-vlucht werden een aantal raaien afgevlogen. Zodra men een schip dat binnen een raai voer zag, werd de positie en de scheepsnaam genoteerd. Later werden andere scheepskenmerken toegevoegd en werden alle waarnemingen verwerkt. Het deel van de Belgische Noordzee dat aan Nederland grenst, is meegenomen in het VONNOVI onderzoek, zodat de dichtheid aan niet-routegebonden verkeer in het gehele Belgische concessiegebied uit het VONNOVI-onderzoek bekend is.

Binnenkort kan een betere verdeling van deze scheepvaart bepaald worden aangezien steeds meer niet-routegebonden schepen al dan niet verplicht zijn uitgerust met een AIS transponder. Voor de tussenfase is voor visserij onlangs gebruik gemaakt van de VMS gegevens van 2009 van Nederlandse schepen op het NCP. VMS gegevens zijn satellietgegevens met informatie over de verspreiding van de visserijvloot door de tijd (Vessel Monitoring Through Satellite). Vissersschepen groter dan 15 m waren in dat jaar VMS-plichtig. Het aandeel van de Nederlandse vloot op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) is 80%. Daarom zijn de cijfers vermenigvuldigd met 1.25. Door een koppeling met EU logboeken (VIRIS database) is de scheepslengte achterhaald. De activiteit van een schip op het moment van registratie (varend of vissend) is vastgesteld op basis van de vaarsnelheid, het vstuig en in sommige gevallen het motorvermogen van het schip.

Aangezien de VMS gegevens gevoelige informatie bevatten, kon de data alleen anoniem voor de Nederlandse vloot ter beschikking worden gesteld en dus niet voor het Belgische deel van de Noordzee. Ter wille van de consistentie is in deze studie daarom nog gebruik gemaakt van de VONNOVI dataset. Wel dient daarbij opgemerkt te worden dat er een sterke daling van de visserijbewegingen heeft plaatsgevonden sinds 2000. Op basis van de VMS-gegevens van 2009 is de dichtheid van vissersschepen op het Nederlandse deel van de Noordzee 40% minder dan die op basis van VONNOVI

in 2000. Deze inkrimping van 40% in de afgelopen 9 jaar wordt ook voor het Belgische deel van de Noordzee als realistisch ervaren door de experts en is dan ook ingebracht in de scenario's in deze studie. Aangezien niet bekend is hoe de visserij zich verder gaat ontwikkelen is er geen verder afname van de visserij gemodelleerd.

**Supplyvaart:** De supplyvaart verzorgt de bevoorrading van de platforms. Ze onderscheiden zich van de vissers en recreatievaart doordat de bestemming vaak vast ligt. Deze vaart gedraagt zich direct buiten de havens veel meer als *routegebonden* vaart. De supplyvaart is dan ook uit het *niet-routegebonden* verkeer gehaald en op extra links aan de routestructuur van de *routegebonden* schepen toegevoegd. Op de Belgische Noordzee staan geen offshore platforms dus is de supplyvaart gering.

Door de bouw van de windparken en het eiland wordt er extra scheepvaartverkeer gegenereerd van en naar de locaties ervan

- tijdens de bouwphase: bewegingen van scheepstransporten die bouwmaterialen voor het eiland en onderdelen van windturbines naar de bouwlocaties vervoeren;
- tijdens de exploitatiefase: bewegingen van supply- en onderhoudsvaartuigen naar en vanuit het eiland en de windparken.

Het extra verkeer tijdens de exploitatiefase wordt niet in de verkeersdatabases meegenomen.

### Analyse van AIS-data van 2012

De scheepstypen en grootteklassen die in de SAMSON berekeningen gebruikt worden, zijn in onderstaande tabellen beschreven.

**Tabel 2-1      Scheepsgrootteklassen in SAMSON**

Grootteklasse	Gross Tonnage (GT)	
	Minimaal	Maximaal
0		<100
1	100	1,000
2	1,000	1,600
3	1,600	5,000
4	5,000	10,000
5	10,000	30,000
6	30,000	60,000
7	60,000	10,000
8	>100,000	



**Tabel 2-2      Hoofdscheepstypen in SAMSON en onderverdeling in routegebonden (R) en niet-routegebonden (N)**

Bulker	R	Bulkvracht
Chemical	R	Chemicaliën tanker
Container	R	Containerschip
GDC	R	General Dry Cargo: schip dat droge lading vervoert
LNG	R	Liquefied Natural Gas
LPG	R	Liquefied Petroleum Gas
OBO	R	Oil, Bulk & Ore: schip dat olie, bulk of erts vervoert
Oil	R	Olietankers
Pass/Ferry	R	Passagiersschepen en veerboten
RoRo	R	Roll-on/Roll-off schip: schip dat voornamelijk vrachtwagens en opleggers met lading vervoert
Fishing	N	Groter vissersschip
Miscellaneous	N	Overige werkvaartuigen: loodsboten, baggerschepen, etc.
Pilot	N	Loodsboot
Supply	N	Bevoorradingsschip
Tug	N	Sleepboot

Voor iedere scheepsreis door het gebied gedurende 2012 wordt aan de hand van het passeren van bepaalde lijnen vastgesteld tot welke route het behoort. Doordat de AIS dekking niet altijd het gehele gebied overdekt, kan het zijn dat een reis al in het gebied verdwijnt. Voor zulke reizen wordt dan gegeven het scheepstype en scheepsgrootte een kans bepaald waarmee het tot bepaalde routes behoort op basis van de reizen die wel compleet zijn waargenomen. Hierbij wordt echter nadrukkelijk wel gelet op de scheepsgrootte, zodat voor grote schepen niet kan worden aangenomen dat deze dezelfde route als de kleinere schepen volgen.

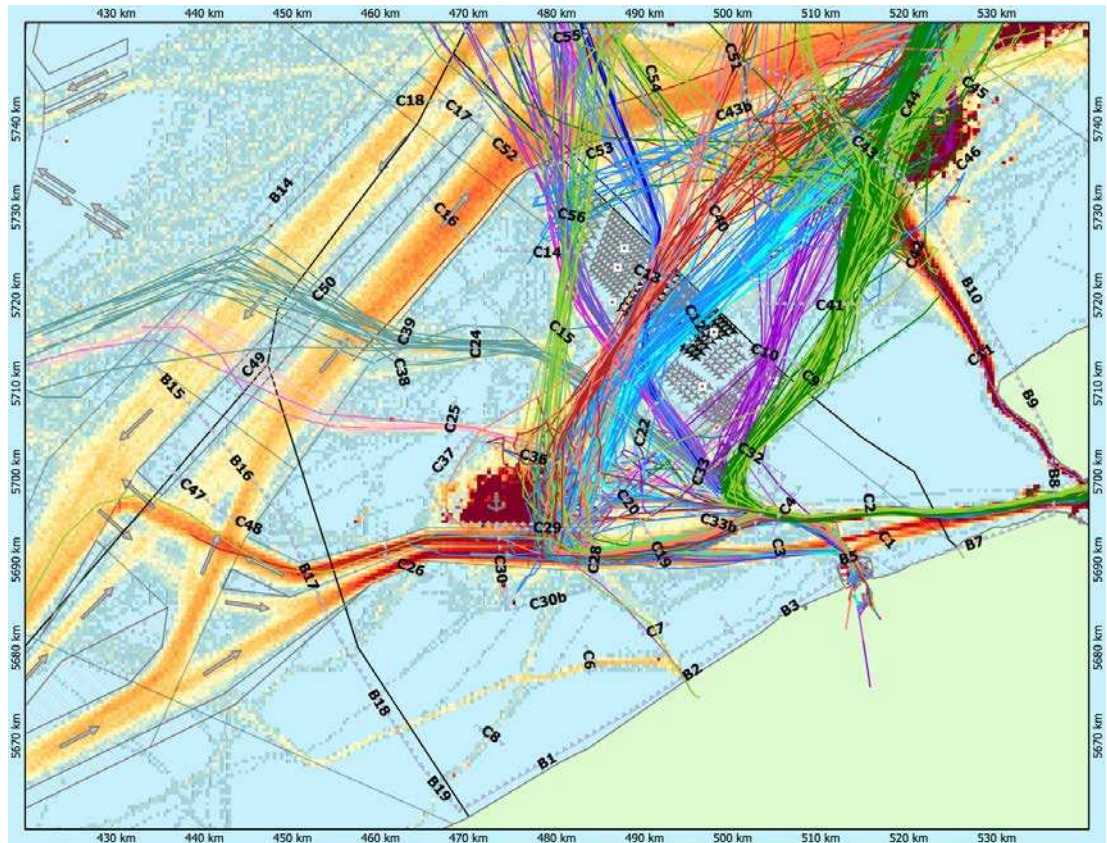
De AIS dekking is met name minder op de drukke doorgaande route. Omdat niet elke reis kan worden toebedeeld, of zelfs kan worden waargenomen in dit gebied, liggen de intensiteiten in dit gebied vermoedelijk lager dan in werkelijkheid. In vergelijking met de verkeersdatabase van 2008 (waarbij van de gehele Noordzee herkomst en bestemming bekend was, en ook ongeziene reizen in de AIS kunnen worden toebedeeld) is dit duidelijk te zien. Dit gebied ligt echter op redelijke afstand van het BOG-eiland en de windparken.

Nadat de schepen zijn toebedeeld aan routes, kunnen voor alle routes de totale aantallen schepen worden geteld. Vervolgens wordt voor elke route een beginpunt en eindpunt aangewezen. Dit kan een haven zijn (bijvoorbeeld Zeebrugge, Rotterdam, Westerschelde) of een waypoint op zee verder buiten het gebied (bijvoorbeeld in het Maas West verkeersscheidingsstelsel).

Nadat de begin- en eindpunten zijn vastgesteld, kunnen de routes over het netwerk gerouteerd worden. Omdat schepen met dezelfde herkomst en bestemming via verschillende kunnen varen, zijn hiervoor verschillende 'verboden gebieden' gehanteerd, zodat ook in de verkeersdatabase de verschillende routes aanwezig zijn.

De verkeersroutes rond het eiland en de windparken gebaseerd op de AIS data van 2012, worden weergegeven in Figuur 2-2. Deze weergave is gebaseerd op AIS van alleen de maand januari, en alleen voor routegebonden verkeer (bepaald op basis van het scheepstype, zie Tabel 2-2). De overige routes worden ook meegenomen in de

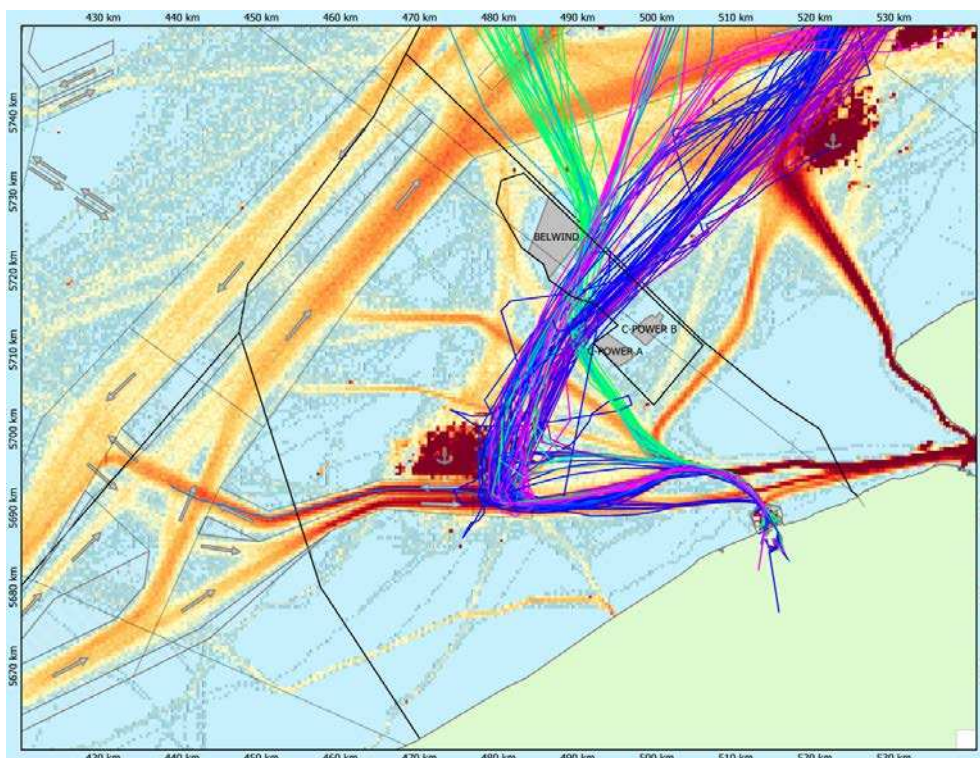
berekeningen, maar wijken niet of nauwelijks af van eerdere verkeersdatabases voor aanleg van de parken. Intensiteiten daarvan worden wel op basis van AIS van 2012 bepaald.



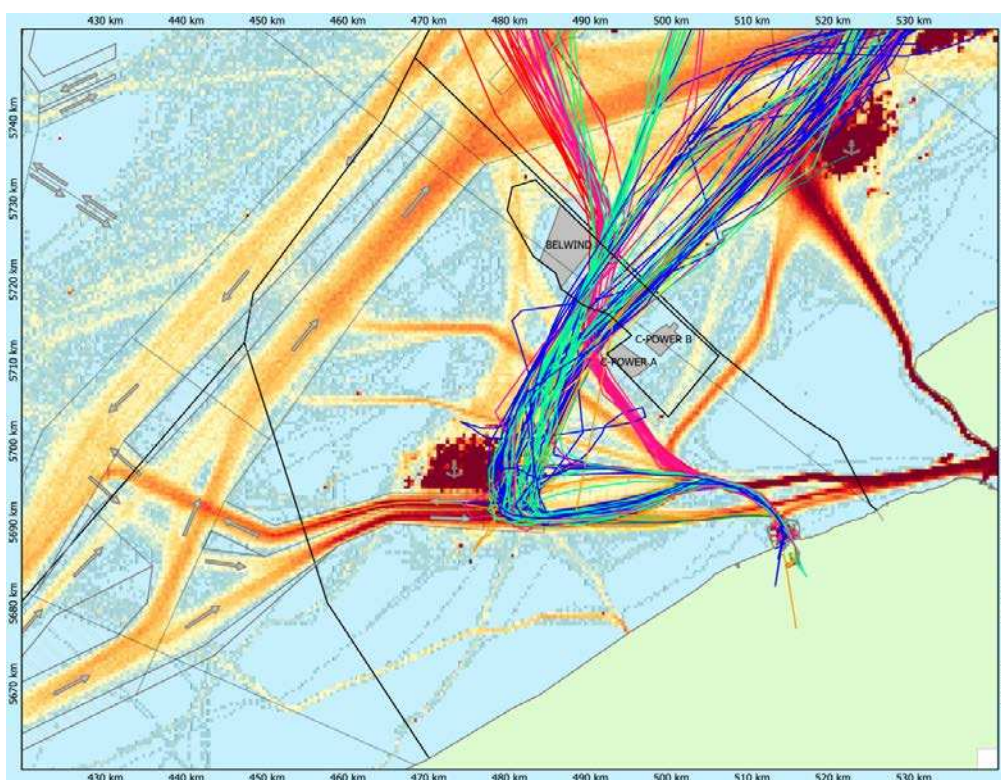
**Figuur 2-2 Weergave van routes langs de windparken in januari 2012**

In Figuur 2-3 worden als voorbeeld enkele reizen van en naar Zeebrugge die tussen de windparken door lopen, getoond. De verschillende kleuren geven hierbij de verschillende toegewezen routes aan. In Figuur 2-4 worden dezelfde reizen getoond, maar daarbij is het kleuronderscheid gemaakt op basis van scheepstype. Hieruit blijkt dat de route van en naar Engeland wordt gedomineerd door een bepaald scheepstype (passagiersschip), en dat andere scheepstypen anders van en naar Zeebrugge varen vanaf de windparken. Deze scheepstypen zullen dus ook mogelijk andere routes nemen op het moment dat de windpark strook gesloten wordt.





**Figuur 2-3** Verkeer van en naar Zeebrugge tussen de windparken Belwind en C-Power door, gekleurd per route



**Figuur 2-4** Verkeer van en naar Zeebrugge tussen de windparken Belwind en C-Power door, gekleurd per scheepstype

### 2.3.2 Gebruikte modellen

Het totale SAMSON-model bestaat uit verschillende submodellen voor de verschillende ongevallen. Om het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar met het artificiële eiland te bepalen, worden de volgende modellen gebruikt:

- Contact met een vast object (het eiland, gemodelleerd door 12 pieren)
  - als gevolg van een navigatie fout (ramming)
  - als gevolg van een motorstoring (drifting)

Om het effect van de aanwezigheid van het artificiële eiland op de scheepvaart buiten de windparklocatie te schatten, wordt het risiconiveau met en zonder het eiland vergeleken. Om het “algemene” risiconiveau vast te stellen worden de volgende modellen gebruikt:

- Schip-schip aanvaringen
- Contact met een platform
  - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
  - als gevolg van een motorstoring (drifting)
- Contact met een pier
  - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
  - als gevolg van een motorstoring (drifting)
- Stranden
  - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
  - als gevolg van een motorstoring (drifting)

## 2.4 Effecten voor de scheepvaart

Door de verschuivingen van verkeersroutes in de verschillende scenario's kan het aantal afgelegde scheepsmijlen veranderen. Een toename brengt extra kosten met zich mee en zal bovendien leiden tot een extra uitstoot van CO2.

De toename van de afgelegde scheepsmijlen, de extra kosten en de CO2 uitstoot worden berekend door de resultaten voor de scenario's met het BOG-eiland te vergelijken met de situatie zonder eiland, de zogenaamde autonome situatie, of het basis scenario. De autonome situatie is hier de verkeersafwikkeling waarbij alle zeven windparken in het gebied gerealiseerd zijn, dus Norther, C-Power, Rentel, Northwind, SeaStar, Belwind en Mermaid.

Omdat de windparken aan de rand van het Belgisch Deel van de Noordzee (BDN) liggen, beperken de scheepsroutewijzigingen zich voor de scenario's waarbij Mermaid en SeaStar niet gerealiseerd zijn, niet alleen tot het BDN. Ook op het Nederlandse deel zullen dan enkele routes verschuiven. De toename van afgelegde scheepsmijlen, kosten en CO2 uitstoot worden echter alleen voor het BDN berekend. Voor het berekenen van deze effecten voor het Nederlandse deel zou de volledige verkeersdatabase voor dit deel ook aangepast moeten worden van 2008 naar 2012, terwijl de effecten slechts een relatief klein gedeelte tegen de Belgische grens betreffen.

In de POLSSS (POLicy for Sea Shipping Safety) studie [2] voor het Directoraat-Generaal Goederenvervoer (DGG) is gebruik gemaakt van een scorekaart voor het weergeven van effecten voor de scheepvaart van maatregelen. De aanwezigheid van het windpark heeft invloed op de verkeersafwikkeling en heeft daardoor effect op de veiligheid voor de scheepvaart. Vanuit de POLSSS-scorekaart is de windpark-

scorekaart afgeleid door een aantal (voor windparken) nauwelijks ter zake doende items te verwijderen. Deze scorekaart wordt ook voor deze studie met het BOG-eiland gebruikt.

#### *Scorekaart*

De resultaten voor de scenario's met het BOG-eiland worden steeds vergeleken met de basis scenario zonder eiland.

Voor ieder item van de scorekaart wordt het totaal resultaat voor het BDN gegeven voor ieder scenario. Van ieder item wordt ook het effect van het eiland (en eventueel ontbreken van windparken Mermaid en SeaStar) bepaald, dus het resultaat van het scenario minus het basis scenario. Om een idee te vormen van wat het *effect van het eiland* betekent, wordt de procentuele verandering van de situatie met het eiland ten opzichte van de autonome situatie gegeven.

De scorekaart bevat de volgende items:

#### **Algemeen:**

Per scheepstype wordt het gemiddeld aantal aanwezige schepen op het BDN gegeven voor zover deze in de verkeersdatabase zijn opgenomen. Enkele routes die niet van invloed zijn op het gebied, of die niet worden beïnvloed door veranderingen in het gebied, zijn niet in de verkeersdatabase opgenomen (bijvoorbeeld verkeer varende dicht langs de kust van Oostende naar Frankrijk). Tevens zijn door onvolledige AIS dekking langs de westelijke rand van het BDN waarschijnlijk niet alle doorgaande reizen van en naar het Kanaal meegenomen in de verkeersdatabase.

Omdat de mogelijkheid bestaat dat schepen moeten "omvaren" door de aanwezigheid van het eiland, betekent dit dat het schip "langer" op zee is en dus het gemiddeld aantal aanwezige schepen toeneemt. Aan de andere kant betekent het niet aanwezig zijn van windparken Mermaid en met name SeaStar dat sommige schepen kortere routes langs en tussen de windparken door nemen, en dus korter op het BDN aanwezig zijn, waardoor het gemiddeld aantal aanwezige schepen afneemt.

#### **Veiligheid:**

- Het aantal schepen (routegebonden en niet-routegebonden) dat per jaar betrokken is bij een aanvaring tussen schepen.
- Het aantal strandingen per jaar als gevolg van een navigatiefout
- Het aantal strandingen per jaar als gevolg van een motorstoring (driften)
- Het aantal schepen dat gemiddeld per jaar zinkt
- Het verwachte aantal incidenten per jaar dat er door externe omstandigheden een gat in de huid ontstaat, waardoor bijvoorbeeld olie in zee kan stromen
- Het totaal aantal ongevallen per jaar

#### **Economisch effect:**

Door de aanwezigheid van het eiland kan het zijn dat schepen moeten "omvaren", dit brengt extra kosten met zich mee. Als economisch effect van het eiland worden de totale kosten voor alle afgelegde zeemijlen per jaar gegeven.



### 3 SITUATIEBESCHRIJVING EN AANNAMEN

#### 3.1 Lay-out van BOG-eiland

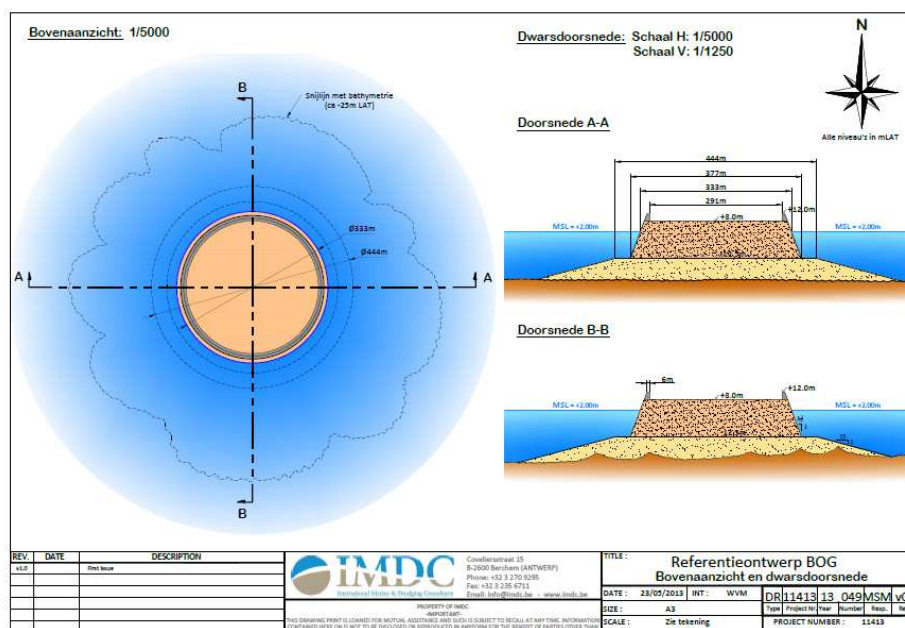
Het ontwerp van het eiland is nog niet definitief vastgelegd. In [3] worden drie eisen beschreven waaraan momenteel zou moeten worden voldaan:

- Ruimte voor een transformatorstation (OHVS) van ca. 8000 m<sup>2</sup> (100m x 80m)
- Ruimte voor een helikopterdek
- De mogelijkheid om aan te meren met een “klein” schip. Dit wordt gekoppeld aan de aanwezigheid van een kaaiwand en ruimte op de kade voor het laden, lossen en stockeren van goederen.

Een eiland met een nuttige oppervlakte van ca. 15.000 m<sup>2</sup> is voldoende om aan deze functionele eisen te voldoen.

Binnen deze eisen zijn talloze ontwerpvarianten mogelijk. In [3] zijn vier voorbeelden beschreven. Voor deze studie wordt uitgegaan van het referentie ontwerp dat in [3] is beschreven. Dit referentieontwerp is groot genoeg om de vier voorbeeld ontwerpen uit [3] in elke willekeurige richtingen te kunnen realiseren zonder daarbij de grenzen van het referentieontwerp te overschrijden. Dit referentieontwerp is daarom een rond ontwerp, terwijl het daadwerkelijke ontwerp zeker niet rond zal zijn.

Het referentieontwerp uit [4] is in Figuur 3-1 weergegeven.

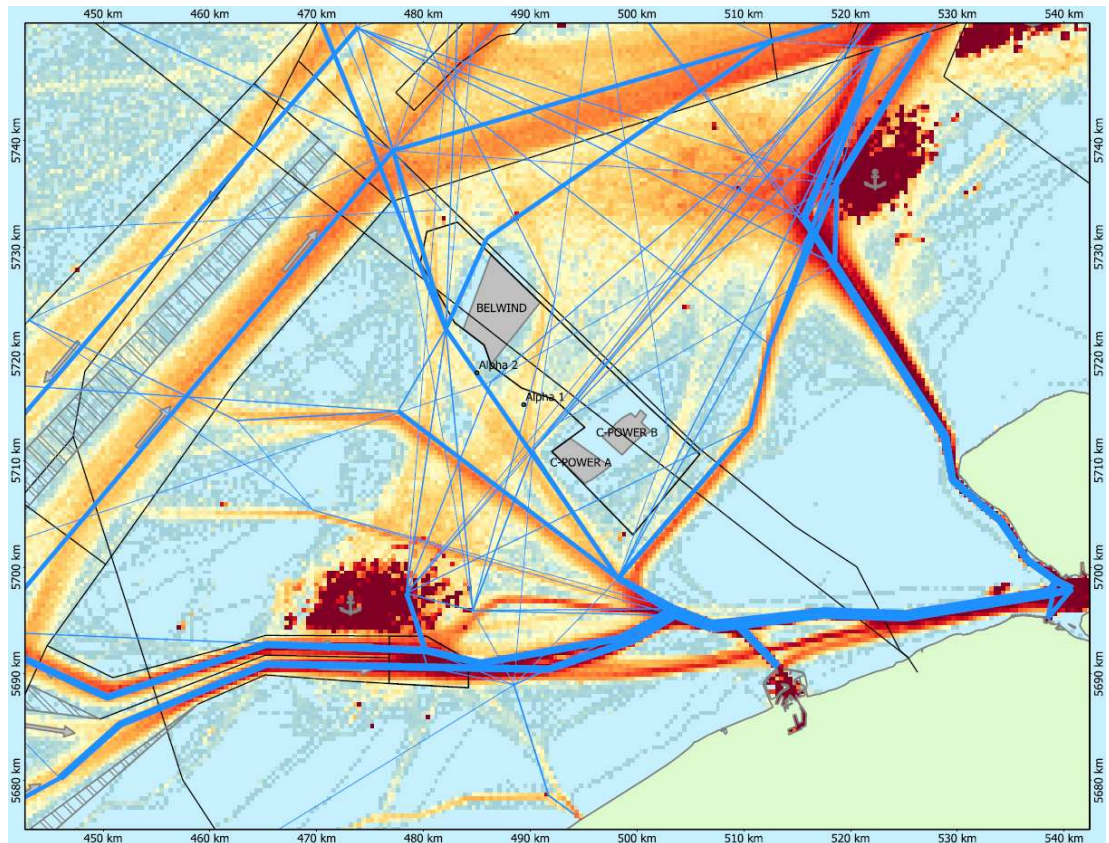


Figuur 3-1 Referentieontwerp

Voor de berekening van de aanvaringskansen van het eiland wordt in de studie uitgegaan van de doorsnede van 333 meter. Naast de bedoelde locatie voor het eiland (genaamd Alpha 2), zal in deze studie ter vergelijking een tweede locatie (Alpha 1) worden beschouwd als alternatief. De locaties zijn in de kaarten in de volgende paragrafen te zien.

### 3.2 Verkeersscenario's

De verkeersdatabases voor de verschillende scenario's zijn afgeleid van de routing die is opgesteld op basis van de 'huidige' situatie met de verkeersintensiteiten en stromen uit de AIS van 2012, en waarbij alleen de windparken C-Power en Belwind aanwezig waren. Deze huidige verkeersdatabase wordt in Figuur 3-2 weergegeven. Hierin zijn de locaties Alpha 1 en Alpha 2 slechts ter indicatie weergegeven (op proportionele grootte). De verkeersstromen en de afgeleide verkeersdatabase houden geen rekening met deze eilanden.



**Figuur 3-2** Verkeersbeeld in de huidige situatie, bij aanwezigheid van windparken Belwind en C-Power

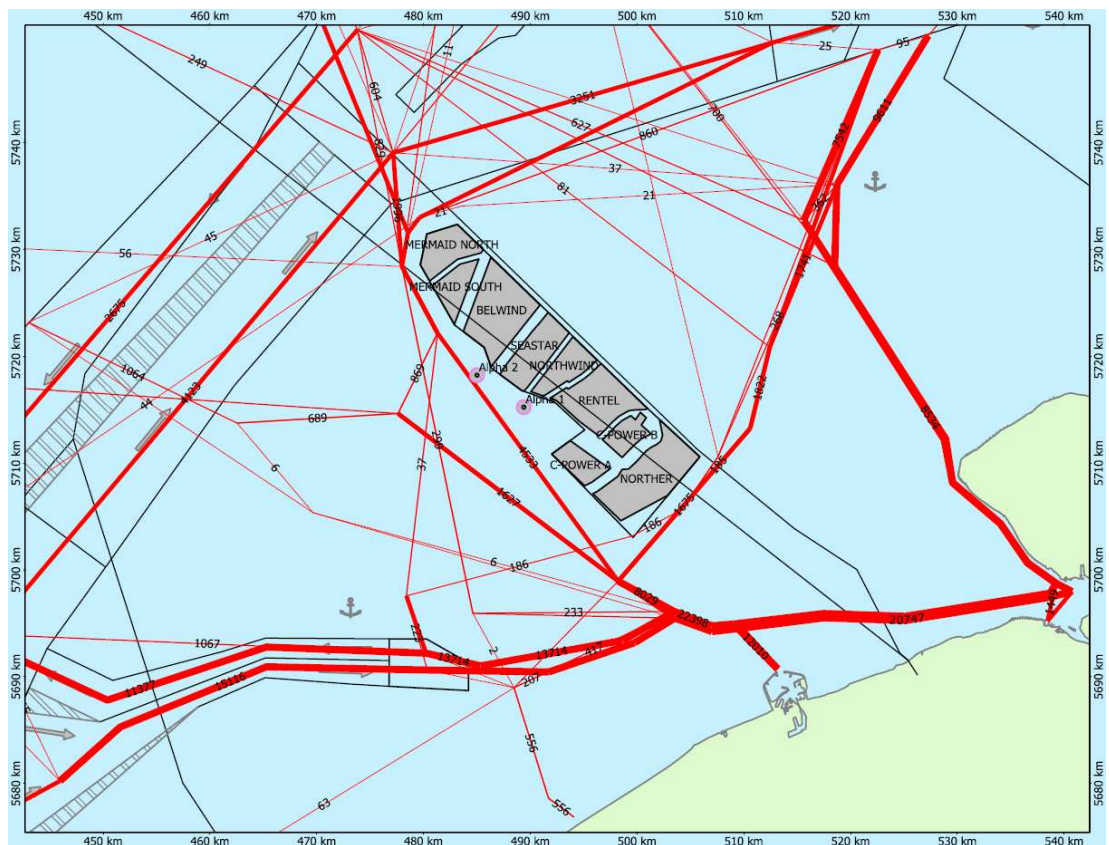


In Tabel 3-1 wordt een overzicht gegeven van de scenario's die voor deze studie worden gehanteerd.

**Tabel 3-1 Overzicht van scenario's**

	Geen eiland	Eiland locatie Alpha 1	Eiland locatie Alpha 2
Alle windparken gerealiseerd: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mermaid</li> <li>• Belwind</li> <li>• SeaStar</li> <li>• Northwind</li> <li>• Rentel</li> <li>• C-Power</li> <li>• Norther</li> </ul>	Basis scenario	Scenario 1 Alpha 1 (Sc1A1) = Basis scenario	Scenario 1 Alpha 2 (Sc1A2)
Windparken Mermaid en Seastar niet aanwezig: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Belwind</li> <li>• Northwind</li> <li>• Rentel</li> <li>• C-Power</li> <li>• Norther</li> </ul>		Scenario 2 Alpha 1 (Sc2A1)	Scenario 2 Alpha 2 (Sc2A2)

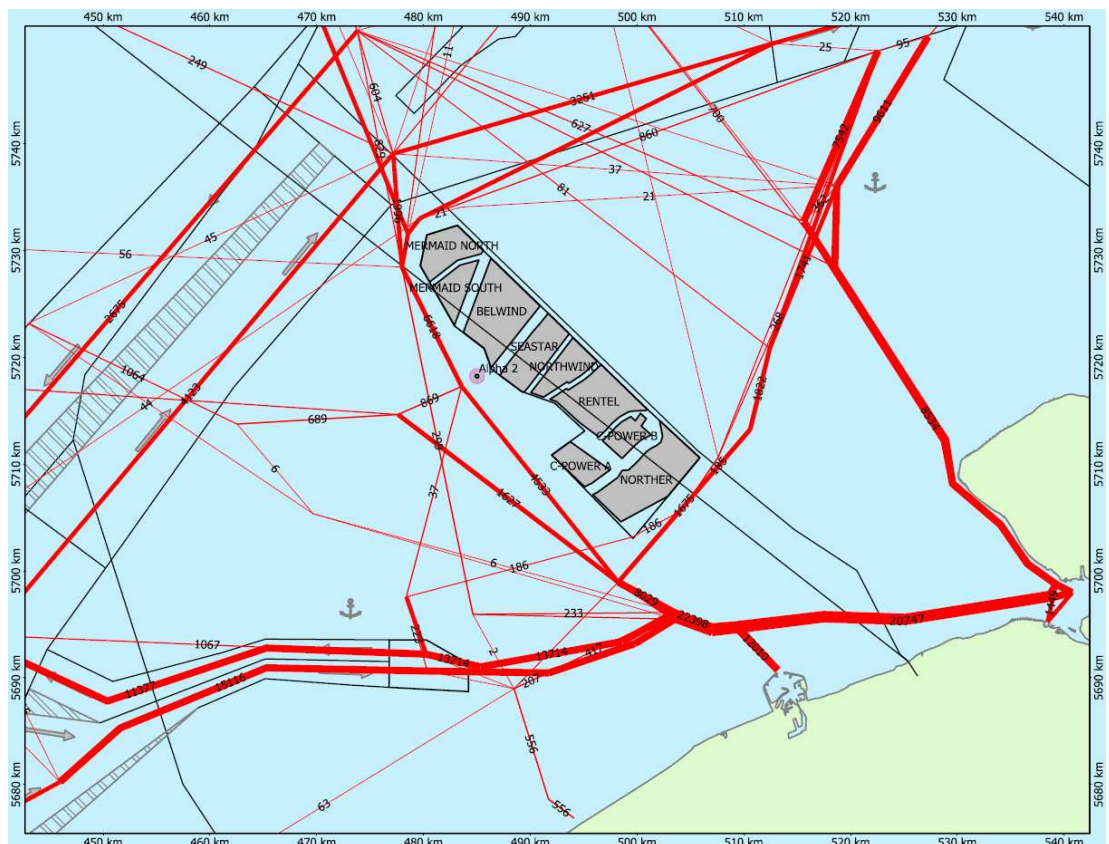
Figuur 3-3 laat de gerouteerde verkeersdatabase zien voor het basisscenario waarin alle windparken gerealiseerd zijn, maar er geen eiland aanwezig is. De locaties Alpha 1 en Alpha 2 zijn puur ter indicatie weergegeven, inclusief een buffer van 500 meter rond de locaties.



**Figuur 3-3 Verkeerssituatie in het basis scenario waarin alle windparken gerealiseerd zijn, maar het verkeer geen rekening hoeft te houden met een BOG-eiland**

Uit Figuur 3-3 blijkt dat het verkeer over de link ten zuidwesten van de windparken binnen 500 meter van het eiland op locatie Alpha 2 langs zou varen. Bij routing van het verkeer voor scenario 1 met eiland op Alpha 2 (sc1A2) wordt dit verkeer dus verder van het eiland afgelegd (zie Figuur 3-4). De link is hier op 1 mijl van het eiland gelegd. Omdat in de berekeningen rekening wordt gehouden met een laterale verdeling van de schepen over de links, betekent dit niet dat alle schepen op 1 mijl passageafstand gemodelleerd worden. De laterale verdeling houdt echter wel op 500 meter van het eiland op.

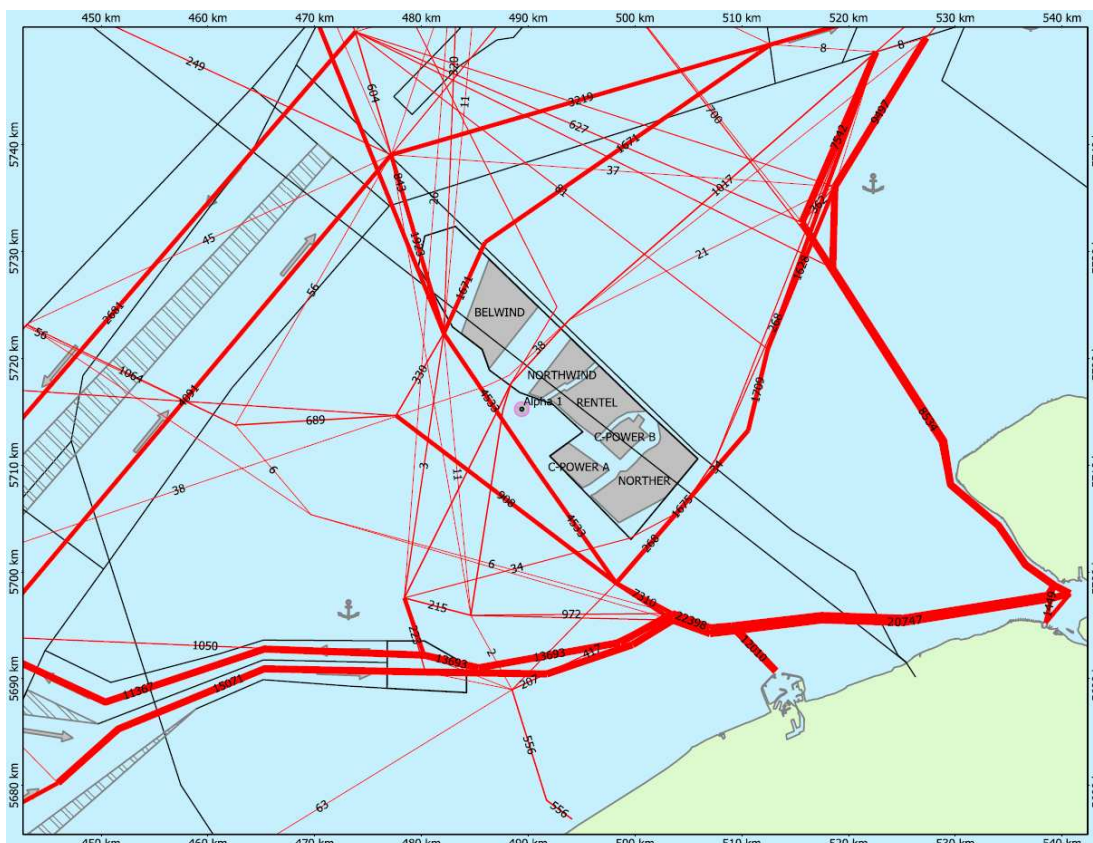
Locatie Alpha 1 ligt zodanig ver van de verkeerslink in het basisscenario (zie Figuur 3-3) dat bij routing voor scenario 1 voor dit eiland (Sc1A1) de link niet verschuift. Dit scenario komt dus wat verkeer betreft overeen met het basisscenario.



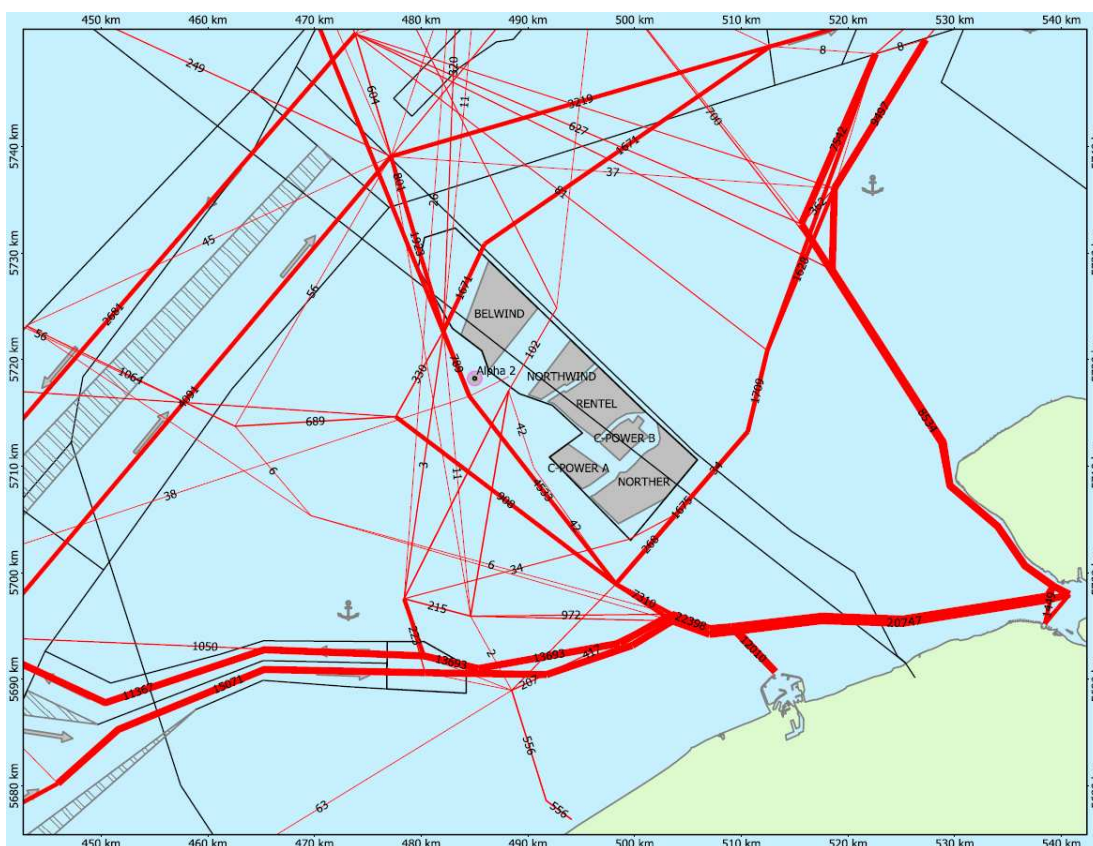
**Figuur 3-4** Verkeerssituatie in scenario 1 met BOG-eiland op locatie Alpha 2 en alle windparken gerealiseerd. De verkeerslink is verschoven to op 1 mijl van het eiland.

De verkeersdatabases voor scenario's 2 (Mermaid and Seastar niet aanwezig) Alpha 1 en Alpha 2 (Sc2A1 en Sc2A2) worden uit scenario's Sc1A1 en Sc1A2 afgeleid door verwijdering van de windparken Mermaid en SeaStar. Deze verkeersdatabases worden weergegeven in Figuur 3-5 en Figuur 3-6. In dit geval is de locatie Alpha 1 nog wel bepalend voor de link die er langs tussen de parken door loopt.





**Figuur 3-5** Verkeerssituatie in scenario 2 met BOG-eiland op locatie Alpha 1 en windparken Mermaid en SeaStar (nog) niet gerealiseerd



**Figuur 3-6** Verkeerssituatie in scenario 2 met BOG-eiland op locatie Alpha 2 en windparken Mermaid en SeaStar (nog) niet gerealiseerd

## 4 AANVARINGSRISICO'S VOOR BOG-EILAND

### 4.1 Aanvaringsfrequenties

De aanvaringskansen voor het BOG-eiland zijn voor de twee locaties Alpha 1 en Alpha 2 doorgerekend voor de windpark scenario's 1 en 2. Voor Alpha 2 is dus gerekend met de verkeersdatabases Sc1A2 en Sc2A2, en voor Alpha 1 is gerekend met de verkeersdatabase van het basisscenario (aangezien Alpha 1 in het basisscenario dusdanig ver van de verkeerslinks afligt dat deze niet verschuiven) en met verkeersdatabase Sc2A1.

Tabel 4-1 vat de resultaten van de berekeningen samen per scenario en eiland locatie. De tabel laat zien dat de totale aanvaringskans voor de Alpha 1 locatie in beide windpark scenario's hoger ligt dan voor de Alpha 2 locatie.

Voor Alpha 1 is er een duidelijk verschil tussen de windparkscenario's (verkeersscenario's). Wanneer SeaStar gebouwd is en er geen verkeer meer is dat tussen de windparken door vaart, zal hierdoor ook de kans op aanvaring aanzienlijk afnemen van 0.0174 naar 0.0108. De locatie ligt vergeleken met Alpha 2 relatief ver van de drukke route af, waardoor de route tussen de parken door de aanvaarkans meer bepaalt.

Voor Alpha 2 is de kans 0.0216 per jaar wanneer alle windparken gerealiseerd zijn, oftewel eens in de 46.3 jaar. Deze kans wordt voornamelijk bepaald door schepen op de drukke route ten zuidwesten langs de windparken waar de locatie niet ver vandaan ligt. Daarom zal het voor deze locatie niet veel verschillen wanneer SeaStar en Mermaid nog open zijn. De kans is dan nog iets lager zelfs; dit heeft te maken met een link die onder scenario 2 tussen de windparken door gaat, terwijl deze onder scenario 1 niet ver van Alpha 2 invoegt in de drukkere route.

De verschillen tussen de scenario's en locaties worden meer bepaald door ram-aanvaringen dan door aanvaringen na driften. De kansen voor deze laatste categorie zijn steeds van dezelfde orde van grootte, en zijn minder gevoelig voor de afstand tot het eiland. De ram-kansen zijn meer gevoelig voor de afstand tot het eiland.

**Tabel 4-1 Aanvaringskansen per locatie en scenario**

Scenario	Rammen	Driften	Totaal	Gemiddeld eens per ... jaar
Alpha 1 - Scenario 1 (alle parken aanwezig)	0.007237	0.003524	0.010761	92.9
Alpha 1 - Scenario 2 (Mermaid en Seastar niet aanwezig)	0.013165	0.004255	0.017419	57.4
Alpha 2 - Scenario 1 (alle parken aanwezig)	0.017067	0.004510	0.021577	46.3
Alpha 2 - Scenario 2 (Mermaid en Seastar niet aanwezig)	0.017424	0.004062	0.021486	46.5

In Tabel 4-3 en Tabel 4-2 zijn de resultaten voor respectievelijk Alpha 1 en Alpha 2 gegeven per scheepstype. Voor beide locaties zorgen RoRo en container schepen voor de grootste aanvaarkansen. Dit is niet verbazingwekkend, aangezien deze schepen ook het meest passeren.

**Tabel 4-2 Aanvaringskansen voor BOG-eiland op locatie Alpha 1 per scheepstype**

	Scenario 1 alle windparken aanwezig			Scenario 2 Mermaid en Seastar niet aanwezig		
	Rammen	Driften	Totaal	Rammen	Driften	Totaal
OBO	0.000000	0.000001	0.000001	0.000000	0.000001	0.000001
Chemical	0.000057	0.000374	0.000431	0.000447	0.000502	0.000949
Oil	0.000001	0.000159	0.000160	0.000081	0.000185	0.000265
LNG	0.000000	0.000006	0.000006	0.000005	0.000007	0.000012
LPG	0.000017	0.000081	0.000098	0.000129	0.000118	0.000247
Bulker	0.000745	0.000213	0.000958	0.001074	0.000235	0.001309
Container	0.001596	0.000460	0.002056	0.003564	0.000599	0.004163
RoRo	0.002491	0.000929	0.003420	0.004706	0.001123	0.005830
GDC	0.000176	0.000339	0.000516	0.000498	0.000446	0.000944
Pass/Ferry	0.000816	0.000166	0.000981	0.001287	0.000197	0.001484
Miscellaneous	0.000024	0.000209	0.000234	0.000060	0.000255	0.000315
Tug/supply	0.001112	0.000332	0.001444	0.001112	0.000332	0.001444
Fishing	0.000200	0.000181	0.000381	0.000200	0.000181	0.000381
Non merchant	0.000001	0.000074	0.000075	0.000001	0.000074	0.000075
TOTAAL	0.007237	0.003524	0.010761	0.013165	0.004255	0.017419

**Tabel 4-3 Aanvaringskansen voor BOG-eiland op locatie Alpha 2 per scheepstype**

	Scenario 1 alle windparken aanwezig			Scenario 2 Mermaid en Seastar niet aanwezig		
	Rammen	Driften	Totaal	Rammen	Driften	Totaal
OBO	0.000000	0.000001	0.000001	0.000000	0.000001	0.000001
Chemical	0.001468	0.000638	0.002106	0.000423	0.000535	0.000958
Oil	0.000812	0.000297	0.001109	0.000146	0.000236	0.000382
LNG	0.000000	0.000004	0.000004	0.000000	0.000005	0.000005
LPG	0.000219	0.000115	0.000334	0.000086	0.000081	0.000168
Bulker	0.001329	0.000249	0.001579	0.001922	0.000264	0.002187
Container	0.003829	0.000567	0.004396	0.003954	0.000487	0.004441
RoRo	0.005981	0.001198	0.007179	0.006858	0.001107	0.007964
GDC	0.000515	0.000402	0.000918	0.000569	0.000329	0.000898
Pass/Ferry	0.001575	0.000209	0.001784	0.002100	0.000207	0.002308
Miscellaneous	0.000060	0.000244	0.000303	0.000086	0.000225	0.000311
Tug/supply	0.000439	0.000207	0.000646	0.000439	0.000207	0.000646
Fishing	0.000478	0.000267	0.000745	0.000478	0.000267	0.000745
Non merchant	0.000362	0.000110	0.000472	0.000362	0.000110	0.000472
TOTAAL	0.017067	0.004510	0.021577	0.017424	0.004062	0.021486

#### 4.2 Milieuvervuiling door aanvaringen met BOG-eiland

De schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van het BOG-eiland wordt bepaald door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. Er worden twee hoofdtypen olie onderscheiden: bunkerolie en ladingolie.

In Tabel 4-4 worden de uitstroom frequenties en gemiddelde hoeveelheid voor bunker- en lading olie gegeven. Op basis van de frequenties is de gemiddelde tijd tussen twee uitstromingen van bunker- en ladingolie bepaald, bijvoorbeeld  $1/(0.000157+0.000020) \approx 5644$  jaar voor Alpha 1 onder scenario 1.

Om een idee te krijgen van de orde van grootte van uitstroom hoeveelheden, is de uitstroom aan olie ten gevolge van een ongeval (alle verschillende typen) voor het gehele Belgisch Deel van de Noordzee toegevoegd. Dit getal geldt voor de situatie zonder windparken en eiland. De uitstroom van bunkerolie en ladingolie als gevolg van een aanvaring met het eiland op locatie Alpha 1 onder scenario 1 is  $(0.000157 + 0.000020) / (0.023553 + 0.008280) \approx 0.56\%$  van de uitstroom op het Belgisch Deel van de Noordzee zonder windparken.

De gemiddelde uitstroom van bijvoorbeeld  $0.256 \text{ m}^3$  ladingolie voor Alpha 1 onder scenario 1 dient alleen als vergelijking. Een uitstroom van  $0.256 \text{ m}^3$  ieder jaar geeft immers een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van  $25.6 \text{ m}^3$  eens in de 100 jaar op één bepaald moment. Daarom is in Tabel 4-5 tot en met Tabel 4-12 voor ieder scenario de verdeling van het uitstroomvolume over verschillende volumeklassen gegeven.

**Tabel 4-4 Uitstroomkans en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie**

Scenario	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens per □ jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in $\text{m}^3$	Frequentie	Eens per □ jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in $\text{m}^3$	Eens per □ jaar
Alpha 1 - Scenario 1	0.000157	6377	0.1099	0.000020	49149	0.2555	5644
Alpha 1 - Scenario 2	0.000194	5145	0.1326	0.000025	40389	0.2867	4563
Alpha 2 - Scenario 1	0.000203	4924	0.1366	0.000034	29499	0.3757	4220
Alpha 2 - Scenario 2	0.000182	5504	0.1258	0.000028	35166	0.3324	4759
Belgisch Deel van de Noordzee (zonder eiland en windparken)	0.023553	42	6.1	0.008280	121	164.2	31

**Tabel 4-5 Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 1 in scenario 1**

Uitstroom van bunkerolie in $\text{m}^3$	Alpha 1 - Scenario 1		
	Frequentie	Eens in de □ . jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in $\text{m}^3$
0.01-20	0.000004	268357	0.000039
20-150	0.000026	38324	0.002051
150-750	0.000081	12300	0.040293
750-3000	0.000045	22292	0.064400
3000-10000	0.000001	1185509	0.003108
Totaal	0.000157	6377	0.109889

**Tabel 4-6** Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 1 in scenario 1

Uitstroom van ladingolie in m <sup>3</sup>	Alpha 1 - Scenario 1		
	Frequentie	Eens in de □ . jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>
20-150	0.000000		0.000000
150-750	0.000001	1012702	0.000444
750-3000	0.000004	263525	0.006704
3000-10000	0.000007	135109	0.046265
10000-30000	0.000006	160462	0.101221
30000-100000	0.000002	573107	0.073130
Totaal	0.000020	49149	0.255483

**Tabel 4-7** Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 1 in scenario 2

Uitstroom van bunkerolie in m <sup>3</sup>	Alpha 1 - Scenario 2		
	Frequentie	Eens in de □ . jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>
0.01-20	0.000005	204846	0.000050
20-150	0.000034	29584	0.002660
150-750	0.000100	10008	0.048563
750-3000	0.000054	18370	0.076392
3000-10000	0.000001	753419	0.004891
Totaal	0.000194	5145	0.132555

**Tabel 4-8** Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 1 in scenario 2

Uitstroom van ladingolie in m <sup>3</sup>	Alpha 1 - Scenario 2		
	Frequentie	Eens in de □ . jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>
20-150	0.000000		0.000000
150-750	0.000001	861199	0.000521
750-3000	0.000005	207348	0.008585
3000-10000	0.000010	103721	0.059277
10000-30000	0.000007	140234	0.113741
30000-100000	0.000002	550599	0.076743
Totaal	0.000025	40389	0.286681



**Tabel 4-9** Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 2 in scenario 1

Uitstroom van bunkerolie in m <sup>3</sup>	Alpha 2 - Scenario 1		
	Frequentie	Eens in de □ . jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>
0.01-20	0.000005	215152	0.000049
20-150	0.000034	28987	0.002734
150-750	0.000108	9275	0.052581
750-3000	0.000055	18219	0.076596
3000-10000	0.000001	802606	0.004591
Totaal	0.000203	4924	0.136552

**Tabel 4-10** Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 2 in scenario 1

Uitstroom van ladingolie in m <sup>3</sup>	Alpha 2 - Scenario 1		
	Frequentie	Eens in de □ . jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>
20-150	0.000000		0.000000
150-750	0.000001	826380	0.000537
750-3000	0.000006	161302	0.012024
3000-10000	0.000014	69091	0.088805
10000-30000	0.000010	104033	0.149305
30000-100000	0.000002	456212	0.093468
Totaal	0.000034	29499	0.375677

**Tabel 4-11** Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 2 in scenario 2

Uitstroom van bunkerolie in m <sup>3</sup>	Alpha 2 - Scenario 2		
	Frequentie	Eens in de □ . jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>
0.01-20	0.000004	256129	0.000042
20-150	0.000029	34124	0.002319
150-750	0.000096	10430	0.047420
750-3000	0.000052	19340	0.072758
3000-10000	0.000001	1124680	0.003276
Totaal	0.000182	5504	0.125813

**Tabel 4-12** Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van het eiland Alpha 2 in scenario 2

Uitstroom van ladingolie in m <sup>3</sup>	Alpha 2 - Scenario 2		
	Frequentie	Eens in de □ . jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>
20-150	0.000000		0.000000
150-750	0.000001	888269	0.000499
750-3000	0.000005	193180	0.009743
3000-10000	0.000012	86756	0.071149
10000-30000	0.000008	120270	0.131382
30000-100000	0.000002	479587	0.088329
Totaal	0.000028	35166	0.332386

Naast de uitstroom van olie veroorzaakt ook de uitstroom van chemicaliën schade aan het milieu. Niet alle soorten chemicaliën zijn even schadelijk voor het milieu, de mate waarin een bepaalde stof schadelijk is wordt aangeduid met ecologisch risico. In Tabel 4-13 worden per eiland en scenario de frequenties gegeven van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine voor verschillend ecologisch risico.

Voor locatie Alpha 2 liggen de totale frequenties van uitstroom hoger dan voor Alpha 1 onder scenario 1, en voor scenario 2 zijn deze ongeveer gelijk. Voor Alpha 1 zijn de frequenties van uitstroom met zeer hoog ecologisch risico echter wel groter dan voor Alpha 2, maar nog steeds zeer klein (eens per 76923 jaar onder scenario 1).

**Tabel 4-13** Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van het BOG-eiland

	Alpha 1 - Scenario 1	Alpha 1 - Scenario 2	Alpha 2 - Scenario 1	Alpha 2 - Scenario 2
Zeer hoog ecologisch risico	0.000013	0.000017	0.000000	0.000000
Hoog ecologisch risico	0.000001	0.000001	0.000000	0.000000
Gemiddeld ecologische risico	0.000001	0.000001	0.000014	0.000012
Gering ecologisch risico	0.000013	0.000018	0.000002	0.000002
Verwaarloosbaar ecologische risico	0.000003	0.000004	0.000032	0.000027
Totaal	0.000031	0.000041	0.000049	0.000041
Eens per □ jaar	32601	24225	20398	24606

## 5 VERKEERSEFFECTEN DOOR ROUTEWIJZIGINGEN

### 5.1 Effecten en overige risico's voor de scheepvaart

Buiten de mogelijke aanvaringen met het Belgian Offshore Grid eiland kan de aanwezigheid daarvan ook op andere gebieden effect hebben op de scheepvaart. Zo zorgt mogelijk omvaren van schepen voor extra kosten en zal door omvaren het aantal aanwezige schepen op zee toenemen. Bovendien heeft het verleggen van de routes en een verandering van intensiteiten ook een mogelijk effect op de onderlinge ontmoetingen van schepen, en daarmee ook op het risico van onderlinge aanvaringen.

Tabel 5-1, Tabel 5-2 en Tabel 5-3 geven voor achtereenvolgens scenario's Sc1A2, Sc2A1 en Sc2A2 de toe- of afnamen op de diverse onderdelen ten opzichte van het basis scenario. Alpha 1 ligt in scenario 1 zodanig ver van de verkeerslink dat deze link niet verschuift ten opzichte van het basis scenario. Voor scenario Sc1A1 treden er dus geen verkeerseffecten op, en is er geen tabel opgenomen.

#### 5.1.1 Aantal aanwezige schepen

In de bovenste rijen van de tabellen staan per scenario in de laatste drie kolommen de effecten op de aantallen aanwezige schepen per scheepstype. De eerste kolom hiervan geeft het absolute aantal aanwezige schepen onder het betreffende scenario. De kolom daarnaast geeft het absolute verschil ten opzichte van het basis scenario en de laatste kolom geeft het relatieve verschil ten opzichte van het basis scenario.

In scenario Sc1A2 neemt het aantal schepen ten opzichte van het basis scenario iets toe doordat de schepen iets om moeten varen. De betreffende links die omgelegd worden, zijn relatief drukke links. Hierdoor is de toename ondanks de kleine omlegging in totaal nog groter dan misschien gedacht zou worden: 0.24%.

Voor de scenario's Sc2A1 en Sc2A2 is sprake van minder aanwezige schepen op het BDN ten opzichte van het basis scenario, doordat schepen tussen de windparken Belwind en Northwind door sneller op het Nederlandse Deel van de Noordzee zijn, en ook niet verder om Mermaid hoeven te varen. De schepen zijn dus korter op het BDN aanwezig.

#### 5.1.2 Veiligheid

In de tabellen staan onder 'veiligheid' de effecten van de veranderde routes op de aantallen ongevallen weergegeven per ongevalstype. De eerste kolom geeft het aantal ongevallen in het betreffende scenario. De kolommen ernaast geven respectievelijk de absolute en relatieve toename of afname ten opzichte van het basis scenario.

Scenario Sc1A2 laat een stijging van 0.42% van het aantal schepen betrokken bij aanvaringen zien, en verder een lichte stijging van aantallen strandingen door motorstoring en van aantallen zinkende schepen. Deze stijgingen hebben hoofdzakelijk te maken met de lichte toename van het aantal afgelegde zeemijlen en aantal aanwezige schepen, waardoor ook de blootstelling aan deze risico's groter wordt.

Scenario's Sc2A1 en Sc2A2 laten ook een lichte stijging van het totaal aantal schepen betrokken bij incidenten zien op het BDN. Dit is dus ondanks een daling van het aantal zeemijlen. De incidenten stranding door motorstoring en zinken dalen wel, zoals verwacht bij daling van het aantal zeemijlen. Het aantal schepen betrokken bij

aanvaring stijgt echter wel. Dit komt doordat er meer ontmoetingen zijn in deze scenario's waarin schepen tussen de windparken doorvaren en andere links kruisen. Het aantal strandingen als gevolg van motorstoring in Sc2A2 stijgt overigens ook licht. Dit heeft mogelijk te maken met een verschoven route dichters langs een ondiepte.

#### **5.1.3 Economisch effect**

Het economisch effect komt tot uitdrukking in het aantal afgelegde zeemijlen op het Belgisch Deel van de Noordzee.

Voor scenario Sc1A2 stijgt het aantal zeemijlen licht, wat ook extra kosten met zich mee brengt. Voor scenario's Sc2A1 en Sc2A2 dalen de zeemijlen op het BDN. Dit betekent dat in de tabel ook een daling in de kosten te zien is. De reis van de schepen houdt echter niet op aan de grens met het Nederlandse Deel van de Noordzee, en er worden waarschijnlijk juist meer mijlen daar afgelegd wanneer de schepen tussen de parken door varen. Dit beeld vertekent dus iets. De afwezigheid van Mermaid en Seastar zorgt in de meeste gevallen echter wel voor een daadwerkelijke afname van het aantal zeemijlen voor een schip.

#### **5.1.4 Emissies**

De extra emissies als gevolg van de windparkscenario's zijn gerelateerd aan de extra zeemijlen, en afhankelijk van scheepstype en scheepsgrootte. Deze extra emissies worden in de onderste rijen van de tabellen gegeven wat betreft CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> door schepen in de gehanteerde verkeersdatabases, en alleen voor het Belgisch Deel van de Noordzee.

Voor scenario Sc1A2 stijging de emissies door toename van het aantal zeemijlen, en voor de twee andere scenario's dalen deze op het BDN.

**Tabel 5-1 Verkeerseffecten Scenario 1 Alpha 2**

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor hele Belgische Noordzee na aanpassing van het verkeer volgens scenario 1 met Alpha 2	Effect BOG-eiland t.o.v. basis scenario	Relatieve effect scenario 1 Alpha 2 t.o.v. basis scenario
<b>Algemeen</b>				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's		0.004	0.0000	0.00%
Chemicaliën tankers		2.445	0.0050	0.20%
Olietankers		0.963	0.0000	0.00%
Gas tankers		0.796	0.0020	0.25%
Bulkers		1.029	0.0020	0.19%
Unitised		5.273	0.0170	0.32%
General Dry Cargo		2.884	0.0070	0.24%
Passenger schepen + conv. ferries		0.349	0.0010	0.29%
High Speed Ferries		0.001	0.0000	0.00%
Overig		1.089	0.0020	0.18%
Totaal routegebonden		14.833	0.0360	0.24%
Totaal niet routegebonden (alleen deel dat in VONNOVI is waargenomen, zie 2.3.1)		12.801	0.0000	0.00%
<b>Veiligheid</b>				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	1.322	0.0055	0.42%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	1.807	0.0000	0.00%
Stranding als gevolg van motorstoring	aantal/jaar	0.210	0.0001	0.04%
Zinken	aantal/jaar	0.059	0.0001	0.13%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	0.000	0.0000	
Brand/explosie	aantal/jaar	0.000	0.0000	
Totaal		3.398	0.0057	0.17%
<b>Economische effect</b>				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / jaar	183.176	0.5613	0.31%
<b>Emissies</b>				
CO2	kton / year	712	2	0.27%
CO	kton / year	3	0	0.28%
SO2	kton / year	7	0	0.27%
NOx	kton / year	8	0	0.33%

**Tabel 5-2 Verkeerseffecten voor Scenario 2 Alpha 1**

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor hele Belgische Noordzee na aanpassing van het verkeer volgens scenario 2 met Alpha 1	Effect BOG-eiland t.o.v. basis scenario	Relatieve effect scenario 2 Alpha 1 t.o.v. basis scenario
<b>Algemeen</b>				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's		0.004	0.0000	0.00%
Chemicaliën tankers		2.433	-0.0070	-0.29%
Olietankers		0.961	-0.0020	-0.21%
Gas tankers		0.792	-0.0020	-0.25%
Bulkers		1.025	-0.0020	-0.19%
Unitised		5.232	-0.0240	-0.46%
General Dry Cargo		2.871	-0.0060	-0.21%
Passenger schepen + conv. ferries		0.345	-0.0030	-0.86%
High Speed Ferries		0.001	0.0000	0.00%
Overig		1.083	-0.0040	-0.37%
Totaal routegebonden		14.747	-0.0500	-0.34%
Totaal niet routegebonden (alleen deel dat in VONNOVI is waargenomen, zie 2.3.1)		12.801	0.0000	0.00%
<b>Veiligheid</b>				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	1.320	0.0039	0.29%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	1.807	0.0001	0.00%
Stranding als gevolg van motorstoring	aantal/jaar	0.210	0.0003	0.13%
Zinken	aantal/jaar	0.059	-0.0001	-0.17%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	0.000	0.0000	
Brand/explosie	aantal/jaar	0.000	0.0000	
Totaal		3.396	0.0041	0.12%
<b>Economische effect</b>				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / jaar	182.009	-0.6062	-0.33%
<b>Emissies</b>				
CO2	kton / year	708	-3	-0.37%
CO	kton / year	3	0	-0.37%
SO2	kton / year	7	0	-0.37%
NOx	kton / year	8	0	-0.21%

**Tabel 5-3 Verkeerseffecten voor Scenario 2 Alpha 2**

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor hele Belgische Noordzee na aanpassing van het verkeer volgens scenario 2 met Alpha 2	Effect BOG-eiland t.o.v. basis scenario	Relatieve effect scenario 2 Alpha 2 t.o.v. basis scenario
<b>Algemeen</b>				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's		0.004	0.0000	0.00%
Chemicaliën tankers		2.429	-0.0110	-0.45%
Olietankers		0.961	-0.0020	-0.21%
Gas tankers		0.792	-0.0020	-0.25%
Bulkers		1.026	-0.0010	-0.10%
Unitised		5.224	-0.0320	-0.61%
General Dry Cargo		2.868	-0.0090	-0.31%
Passenger schepen + conv. ferries		0.346	-0.0020	-0.57%
High Speed Ferries		0.001	0.0000	0.00%
Overig		1.081	-0.0060	-0.55%
Totaal routegebonden		14.732	-0.0650	-0.44%
Totaal niet routegebonden (alleen deel dat in VONNOVI is waargenomen, zie 2.3.1)		12.801	0.0000	0.00%
<b>Veiligheid</b>				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	1.320	0.0040	0.31%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	1.807	0.0001	0.00%
Stranding als gevolg van motorstoring	aantal/jaar	0.210	-0.0002	-0.08%
Zinken	aantal/jaar	0.059	-0.0002	-0.26%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	0.000	0.0000	
Brand/explosie	aantal/jaar	0.000	0.0000	
Totaal		3.396	0.0038	0.11%
<b>Economische effect</b>				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / jaar	181.908	-0.7074	-0.39%
<b>Emissies</b>				
CO2	kton / year	707	-3	-0.42%
CO	kton / year	3	0	-0.42%
SO2	kton / year	7	0	-0.43%
NOx	kton / year	8	0	-0.08%

## 6 CONCLUSIES

In deze studie zijn de effecten van de aanwezigheid van het BOG-eiland op de scheepvaart voor twee verschillende locaties gekwantificeerd en vergeleken met de basissituatie waarin alle windparken aanwezig zijn, maar het eiland niet.

De aanvaringskansen voor de Alpha 2 locatie zijn hoger dan voor locatie Alpha 1, omdat deze locatie dicht bij de drukke route ten zuidwesten van de windparken ligt. Het afsluiten van de gehele windparkstrook zorgt voor Alpha 1 voor een sterke afname van de aanvaringskans, maar voor Alpha 2 maakt dit weinig verschil.

Onderstaande tabel vat de resultaten voor de aanvaringskansen samen.

Scenario	Rammen	Driften	Totaal	Gemiddeld eens per ... jaar
Alpha 1 - Scenario 1 (alle parken aanwezig)	0.007237	0.003524	0.010761	92.9
Alpha 1 - Scenario 2 (Mermaid en Seastar niet aanwezig)	0.013165	0.004255	0.017419	57.4
Alpha 2 - Scenario 1 (alle parken aanwezig)	0.017067	0.004510	0.021577	46.3
Alpha 2 - Scenario 2 (Mermaid en Seastar niet aanwezig)	0.017424	0.004062	0.021486	46.5

De resultaten voor uitstroom van lading- en bunkerolie worden in de volgende tabel samengevat.

Scenario	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens per □ jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>	Frequentie	Eens per □ jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>	Eens per □ jaar
Alpha 1 - Scenario 1	0.000157	6377	0.1099	0.000020	49149	0.2555	5644
Alpha 1 - Scenario 2	0.000194	5145	0.1326	0.000025	40389	0.2867	4563
Alpha 2 - Scenario 1	0.000203	4924	0.1366	0.000034	29499	0.3757	4220
Alpha 2 - Scenario 2	0.000182	5504	0.1258	0.000028	35166	0.3324	4759
Belgisch Deel van de Noordzee (zonder eiland en windparken)	0.023553	42	6.1	0.008280	121	164.2	31

Voor locatie Alpha 2 liggen de totale frequenties van uitstroom van chemicaliën hoger dan voor Alpha 1 onder scenario 1, en voor scenario 2 zijn deze ongeveer gelijk. Voor Alpha 1 zijn de frequenties van uitstroom met zeer hoog ecologisch risico echter wel groter dan voor Alpha 2, maar nog steeds zeer klein (eens per 76923 jaar onder scenario 1).

De verkeerseffecten door verplaatsing van de routes zijn alleen berekend voor het Belgische Deel van de Noordzee. Doordat in windparkscenario 2 nog routes tussen de windparken door varen en sneller van het BDN verdwijnen, zorgt dit er ook voor dat de verkeerseffecten onder scenario 2 veelal een afname tonen. Wanneer de schepen onder scenario 1 langer op het BDN varen, levert dit juist een toename.

Het aantal schepen neemt onder windparkscenario 1 en aanwezigheid van het BOG-eiland op Alpha 2 toe met 0.24%, en het aantal schepen betrokken bij ongevallen met



0.42%. Aanwezigheid van het eiland op Alpha 1 beïnvloedt onder scenario 1 de routes niet, zodat er ook geen verschillen zijn.

Onder scenario 2, dus bij afwezigheid van windparken SeaStar en Mermaid, zijn minder schepen aanwezig op het BDN, maar er is wel een lichte stijging van het aantal incidenten. Dit komt doordat er meer ontmoetingen zijn in deze scenario's waarin schepen tussen de windparken doorvaren en andere links kruisen.

De toename van het aantal zeemijlen op het BDN onder scenario 1, en de afname onder scenario 2, zorgen tot slot voor een navenante toe- en afname van de emissies.

## REFERENTIES

- [1] C. van der Tak, C.C. Glansdorp  
Validatie en uitbouw MANS-scheepvaartmodel  
MSCN, OV040, februari 1994
  
- [2] M.J. Barratt, C. van der Tak  
Task 1.1 European Traffic Database  
September 1993
  
- [3] IMDC  
Nota Referentieontwerp Alpha eiland MER BOG  
I/NO/11413/13.229/MSM, 26 mei 2013
  
- [4] IMDC  
Referentieontwerp BOG Bovenaanzicht en dwarsdoorsnede  
Referentieontwerp detail\_DR13049v00-p2.pdf, 23 mei 2013

## **APPENDIX: DESCRIPTION OF THE SHIP-OBJECT CONTACT MODEL OF SAMSON**

## Description of the ship-object contact model

Two causes of contact between a ship and an object are revealed during accident analyses:

- a contact as a result of a navigational error,
- a contact as a result of a mechanical failure of the engine or steering engine.

The first type is due to a human failure in the vicinity of an object that cannot be recovered or is first recovered after the point of no return. In some cases the forces of nature are too large to be compensated for with the power on board. In these cases the navigator made the mistake to be too close to an object and the vessel has insufficient means to deal with the situation.

The second type is the result of a power failure near an object.

Both accident types have a common characteristic: the vessels are close to an object.

### Contact with an object as a result of a navigational error (ramming)

In Figure A-0-1 a vessel is shown at a distance  $x$  from the last waypoint. The vessel proceeds to the next waypoint where the vessel has to change course. For a given position of the vessel 3 lines are drawn on either side of the vessel track with an interval of  $10^\circ$ . The object near the vessel is defined as a selection of straight lines between different points. These straight lines are characterized by two geographic positions. In the figure they are denoted as 1 and 2.

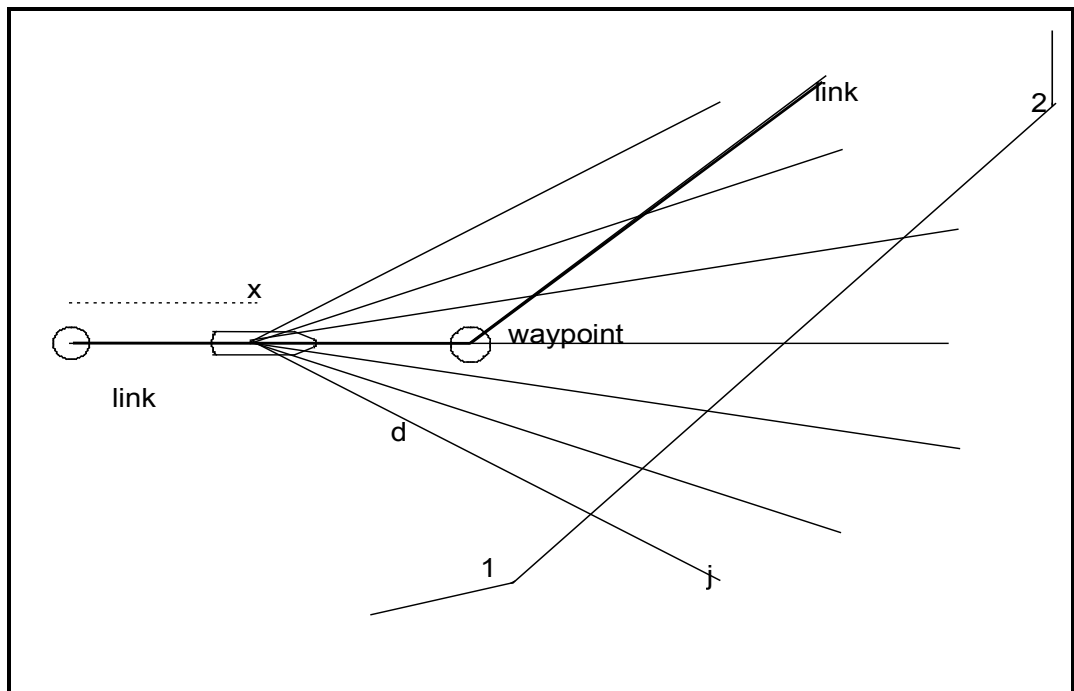


Figure A-0-1 Definition of ramming opportunity

Contact with the object (ramming) due to a navigational error can start at every position. The speed at which the navigational error occurs is assumed to be equal to the service speed. The distance to the object which is expressed by the number of ship lengths, is determined both for the initial course line and for the six new lines. The directions are weighed as follows: 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.2, 0.1, 0.05. The number of ship lengths that are available in each direction towards the object indicate the available time for the navigator to mitigate the consequences of his mistake. The probability of a navigational error is related to the distance as follows:

$$p_{nav} = \int_{x_1}^{x_2} e^{-a \frac{d_{\psi}(x)}{L_i}} dx \quad (1)$$

with

$a$  = Danger measure

$d_{\psi}$  = Distance of the vessel on the link to the object in direction  $\psi$

$L_i$  = Ship length of class  $i$

$x$  = Position of the vessel on a link

$p_{nav}$  = probability of a navigational error

The best fit between the predicted number of accidents and observed number was found for  $a = 0.1$ . This means that the probability of a contact by a navigational error at 6 ship lengths is more than 4 times as large as the probability after a navigational error at 20 ship lengths away from the object.

The ramming opportunity is now given by the following expression.

$$RO_k = \sum_{\psi} \sum_i p_{\psi} N_{ij} \int_{x_1}^{x_2} e^{-a \frac{d_{\psi}(x)}{L_i}} dx \quad (2)$$

with

$N_{ij}$  = Number of vessels using link  $j$  of vessel class  $i$

$p_{\psi}$  = Probability of a course in direction  $\psi$

$RO_k$  = Ramming opportunity for an object on link  $k$

The number of contacts can be calculated when the ramming opportunity is known:

$$\#contacts_{NE} = CASRAT_{RO} \sum_k RO_k \quad (3)$$

with

$NE$  = navigational error

$CASRAT_{RO}$  = matrix with contact rate for contacts due to a navigational error,  $0.65 \cdot 10^{-4}$  for each ship.

### Contact as a result of an engine failure (drifting)

A contact with an object as a result of an engine failure can, in principle, be initiated at any position of the vessel. The vessel can drift in any direction indicated by the environmental conditions. The distance to the closest object line is a measure for the time available to repair the engine. In this model the drifting speed is assumed to depend on the Beaufort class.

The probability of an engine failure with a given duration is determined according to the following information:

- a failure between 2 and 6 hours has a frequency of  $3R$
- a failure of more than 6 hours has a frequency of  $R$

with

$R$  = probability that a vessel has an engine failure of more than 6 hours (number /year)

The value of  $R$  is determined using the Lloyds casualty database by the assumption that all vessels with an engine failure of more than 6 hours are assisted by a tug. This number is known. The corresponding value of  $R$  equals  $10^{-6}$  /year.

To determine whether drifting results in a contact with an object, two times should be compared:

1. the drifting time: the time between the initiation of the engine failure and the time that the vessels hits an object, and
2. the repair time: the duration of the engine failure.

In other words: a contact occurs when the engine repair time is longer than the drifting time.

We suppose that the engine failure rate can be described by a probability function as follows:

$$p(t) = ce^{-t/T} \quad (4)$$

with

$p(t)$  = probability of engine failure of a certain time ( $t$ )

$c$  = first engine failure parameter

$t$  = engine time failure

$T$  = second engine failure parameter

The parameters  $c$  and  $T$  are calculated using the number of failures with a duration of more than 6 hours and the number of failures between 2 and 6 hours.

$$c = 2.774R$$

$$T = 2.885$$



The probability that the duration of engine failure is larger than the drifting time is given as follows:

$$P(t > t_s) = \int_{t_s}^{\infty} 2.774 \text{Re}^{-t/2.885} dt = 8 \text{Re}^{-t_s/2.885} \quad (5)$$

with

$t_s$  = drifting time

The number of vessels that will hit the object on the danger miles  $DM$  for a given link  $k$  for Beaufort scale  $b$  can be determined by the provision of the danger miles  $DM$ :

$$DM_{bk} = \sum_n \sum_{n\psi} \sum_i p_n p_{n\psi} N_{ik} \int_{x_1}^{x_2} P(t > d_{n\psi}(x) / v_{dbin}) dx \quad (6)$$

In this equation the following parameters are used:

$b$  = Beaufort class

$DM_{bk}$  = Danger miles for link  $k$  and Beaufort scale  $b$

$d_{n\psi}$  = Distance of a point  $x$  on a link to the object

$i$  = ship class

$k$  = link

$n$  =

$N_{ik}$  = Number of vessels in vessel class  $i$  on link  $k$

$p_{n\psi}$  = Probability of a wind direction

$p_n$  = Probability of a loading condition

$v_{dbin}$  = Resulting drifting speed of ship  $i$  in loading condition  $n$  at Beaufort scale number  $b$

$x$  = Integration limits are determined by the geographical constraints

The number of contacts is determined by a summation of all links multiplied by the engine failure rate as follows:

$$\#contacts_{EF} = CASRAT_{EF0-7} \sum_k \sum_{b=0}^7 p_b DM_{bk} + CASRAT_{EF8up} \sum_k \sum_{b=8}^{11} p_b DM_{bk} \quad (7)$$

$CASRAT_{EF0-7}$  = Engine failure rate for 0-7 Beaufort

$CASRAT_{EF8up}$  = Engine failure rate for 8-11 Beaufort

$p_b$  = Probability of Beaufort class  $b$